

Sistemas de Representação Tridimensional na Comunicação Visual de Ciência

Dissertação teórico-prática

Pedro Miguel Fortunato Gonçalves

Orientação: Professor Doutor Marco Neves

Presidente do Júri: Professor Doutor João Paulo Martins

Argunete: Professor Doutor Gabriel Godoi

Pedro Miguel Fortunato Gonçalves

Dissertação teórico-prática final de Mestrado em Design de comunicação

Sistemas de Representação Tridimensional na Comunicação Visual de Ciência

Orientador: Professor Doutor Marco Neves

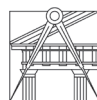
Presidente do Júri: Professor Doutor João Paulo Martins

Argunete: Professor Doutor Gabriel Godoi

Lisboa, Janeiro de 2019

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Agradecimentos

-

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer, pelo apoio, simpatia e disponibilidade ao orientador professor Marco Neves. Pelo sustento durante toda a investigação, particularmente desde a escolha do tema, até á confiança no momento conclusão para apresentação e publicação da dissertação.

Um agradecimento também muito especial aos professores que mais me deram confiança e me desafiaram no decorrer do curso. Ao professor Gonçalo Falcão, pela insistência em entender a presença e importância do design no mundo, ao professor Gabriel Godoi, que me preparou para o mundo do design profissional, por todas as dicas e conselhos, e ao professor João Brandão que me despertou e desafiou a procurar inovar pelos detalhes.

Ao João, pela ajuda na componente técnica e pela motivação em aprender a trabalhar em *software* de representação tridimensional.

À equipa da DDB Lisboa, por todas as oportunidades que me deram em me tornar melhor e mais competente na área do design no mundo profissional. Pela disponibilidade imediata no momento de avaliação do projeto, nas horas disponibilizadas para as reuniões com o professor Marco Neves, com o suporte técnico para a produção do presente documento.

Ao Observatório Astronómico de Lisboa, pelo apoio imediato na participação activa na investigação.

Um agradecimento final aos meus pais, Maria e António, assim como à Ana, pela ajuda incondicional que me deram no decorrer do meu percurso escolar. Por todo o apoio, confiança e conforto que me deram e que sei que sempre iram dar.

Resumo

-

Resumo

Descobertas surgem com mais frequência em todos os campos, desde a tecnologia à ciência. A ciência tem encontrado agora, mais do que nunca, respostas para questões já esquecidas, ou avanços em áreas que são resultado do tempo em que vivemos. À ciência cabe a responsabilidade da divulgação de informações corretas e ao design, a forma mais adequada de as transmitir ao público. Os suportes de comunicação, sejam fixos ou relacionados com a interação através da realidade aumentada, têm também sido alvo desta mudança, uma vez que permitem novas oportunidades para que a comunicação visual seja mais direta.

Surgiram sistemas de representação tridimensional, resultado da evolução da tecnologia computacional, que trouxeram a possibilidade de produzir imagens e animações inovadoras. A utilização de conteúdo produzido através destes sistemas foi tendo cada vez mais presença e hoje não se reconhecem as diferenças entre o real e o digital. O detalhe e realismo resultante dos sistemas de representação tridimensional ganhou presença junto da comunicação visual de ciência, por auxiliar na transmissão de mensagens complexas.

Pretende-se com este estudo aprofundar a comunicação através de sistemas de representação tridimensional, como forma de divulgação científica e qual a sua presença visível, na comunicação rigorosa que a ciência hoje exige. Desse modo, esta investigação apresenta casos onde se evidenciam estes sistemas de representação, confrontando-os com sistemas mais tradicionais e testando o seu comportamento junto de públicos específicos.

Como forma de encontrar evidências que sustentem o estudo, foi conduzida uma revisão da literatura, assim como entrevistas a especialistas, para ajudar a definir o comportamento e a evolução destes sistemas. Foi ainda desenvolvida uma investigação activa, onde estes sistemas foram usados para comunicação visual fenómenos científicos.

Tornaram-se explícitos os artifícios que caracterizam a representação tridimensional como uma abordagem que reúne interesse. Demonstrou-se também como a evolução científica se cruza com a comunicação visual e dela faz uso para tornar evidente a pertinência das suas mensagens.

Palavras Chave

Comunicação de Ciência, Sistemas de Representação Tridimensional, Foto realismo Teórico, Ilustração Científica, Design de Informação.

Abstract

-

Abstract

Discoveries come more often in every field, from technology to science. Science has now found, more than ever, answers to questions already forgotten, or advances in areas that are a result of the time in which we live. Science have found the responsibility of the disclosure of correct information and design, the most appropriate way to deliver it to the public. Communication media, whether fixed or related to interaction through augmented reality, have also been the target of this change, since they allow new opportunities for visual communication to be more direct.

Systems of three-dimensional representation emerged, resulting from the evolution of computational technology, which brought the possibility of producing innovative images and animations. The use of content produced through these systems has become more and more present and today the differences between the real and the digital are not recognized. The detail and realism resulting from the systems of three-dimensional representation gained presence with the visual communication of science, by assisting in the transmission of complex messages.

This study intends to deepen communication through three-dimensional representation systems, as a form of scientific dissemination and what its visible presence, in the rigorous communication that science demands today. In this way, this investigation presents cases where these representation systems are evidenced, confronting them with more traditional systems and testing their behavior with specific audiences.

As a way to find evidence to support the study, a review of the literature, as well as interviews with experts, was conducted to help define the behavior and evolution of these systems. It was also developed an active investigation, where these systems were used for visual communication scientific phenomena.

The artifices that characterize three-dimensional representation as an approach that attracts interest have become explicit. It was also demonstrated how scientific evolution intersects with visual communication and uses it to make the relevance of its messages evident.

Keywords

Communication Science, Three Dimensional Representation Systems, Theoretical Photorealism, Scientific Illustration, Information Design.

Lista de Acrónimos, Glossário

-

Lista de Acrónimos

CGI — Computer Genarated Images

NASA — National Aeronautics and Space Administration

OAL — Observatório Astronómico de Lisboa

Glossário

Bones

Componente da representação tridimensional que permite gerar pontos de controlo para a alteração da forma de um modelo trimensional. Permite alterar a pose de um objeto consoante o controlo dos pontos definidos pelo utilizador.

Círculo Maior

Definido pelo conjunto de pontos equidistantes do cento de uma supreficie esférica com maior distância em relação ao raio de circunferência. Conjunto de todos os perímetros de uma esfera.

Motion Capture

Processo de captura de movimentos da dimensão real para a dimensão digital. É combinada a capacidade do *hardware* de captação com o *software* para a criação de um modelo tridimensional simples. Permite que os detalhes do objeto real sejam transportados para um objeto digital.

Nurbs

Superfície tridimensional gerada com funções matemáticas e que não depende de geometria (vértices, arestas ou faces) para alterar o perfil da sua construção. Permite o desenvolvimento de formas complexas, através de processos precisos.

Procedural Textures

Elementos gráficos gerados em ambientes tridimensionais. Resultam em imagens sem representação literal e com detalhe incondicional da resolução do modelo. Permitem produzir representações de elementos orgânicos em ambinetes digitais.

Poligonal Mesh

Superfície tridimensional gerada através da adição de vértices, arestas ou faces, com o objetivo de produzir objetos tridimensionais. Representa um aspecto técnico valorizado pela sua presença nos principais *software* de edição tridimensional

Índice Geral

-

Real Time Rendering

Processo de renderização em tempo real. Aliado ao *motion capture* o *real time rendering* permite gerar uma visualizações pouco detalhadas dos movimentos de reais, traduzidos para o ambiente digital. É possível ter uma noção imediata do plano tridimensional já com efeitos necessários aplicados ao modelo.

Rig

Sistema definido pela conjugação do bones adaptados a um modelo tridimensional. O conjunto de bones conectados.

Índice Geral

v	Agradecimentos
vii	Resumo
ix	Abstract
xi	Lista de Acrónimos
xi	Glossário
xiii	Índice Geral
xv	Índice de Figuras
3	1. Introdução
5	1.1. Problematização
7	1.2. Questões de Investigação
7	1.3. Objetivos
7	1.4. Título
9	1.5. Desenho de Investigação
15	2. Enquadramento Teórico
17	2.1. Gestão de Informação e <i>Big Data</i>
21	2.2. Comunicação Científica
29	2.3. Representação Tridimensional na Comunicação Visual
29	2.3.1. O alcance do realismo
33	2.3.2. Definição do conceito
43	2.3.3. Cinema como Instrumento de exploração de capacidades
52	2.4. Representação Tridimensional na Comunicação Científica
52	2.4.1. Exploração de Conceitos Macroscópicos
53	2.4.2. Ponte entre o Design Visual e Ciência
57	2.4.3. Exploração Tridimensional de Desafios Bidimensionais
62	2.4.4. Comunicação visual da NASA e a Importância da Imagem
72	2.5. Argumento

Índice de Figuras

-

76	3. Investigação Activa
76	3.1. Fundamentação Teórica
77	3.2. Estudo Preliminar
78	3.3. Conceção e Prototipagem
104	3.4. Avaliação
104	3.4.1. Avaliação com Especialistas
105	3.4.2. Interpretação dos Resultados dos Questionários
110	4. Conclusão
110	4.1. Conclusão
114	4.2. Recomendações Futuras

Anexos

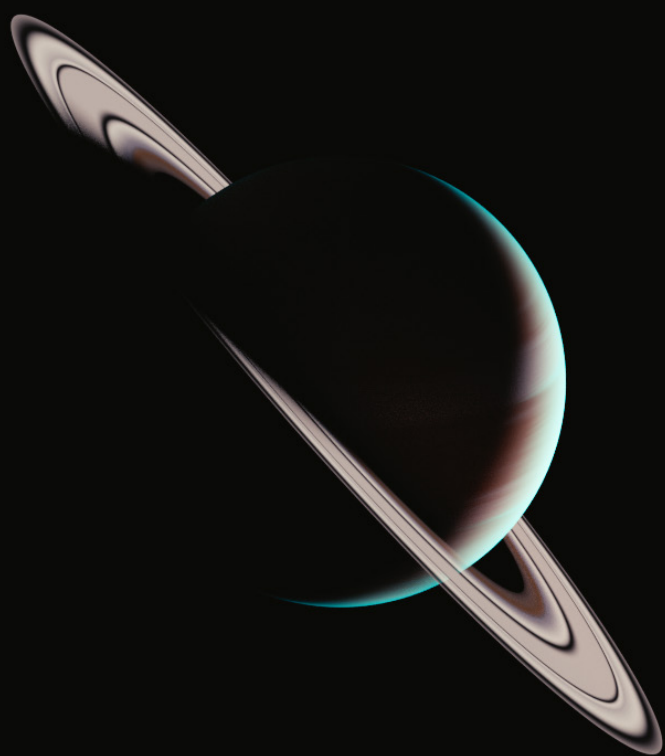
126	A Transcrição da gravura do Rinoceronte de Dürer
128	B Entrevista a João Marchante, Nebula Studios
130	C Questionário de Avaliação
132	D Imagens submetidas a avaliação por parte dos especialistas
136	E Tabela de Respostas

Índice de Figuras

10	Fig. 1 Diagrama de metodologias utilizadas (Investigador, 2018)
15	Fig. 2 Diagrama das áreas envolvidas (Investigador, 2018)
19	Fig. 3 Lumino City, modelo de visualização de informação em tempo real Weber e Gadepally, 2014
22	Fig. 4 Pintura rupestre em Lascaux, França, descoberto em 1940
23	Fig. 5 Gravura do Rinoceronte de Dürer, 1515
24	Fig. 6 Esboço do Rinoceronte enviado de Portugal para a Alemanha, 1515
26	Fig. 7 Ilustração científica da espécie <i>Keulemans kit fox</i> , J. G. Keulemans, 1827
26	Fig. 8 Ilustração científica da espécie <i>Vulpes Macrotis</i> , Ernst Haeckel, 1904
27	Fig. 9 Ilustração científica referente ao desenvolvimento da <i>Erynnis Martialis</i> , s.d.
30	Fig. 10 Gráfico descritivo do fenómeno do ' <i>uncanny valley</i> ' (Investigador, 2018)
30	Fig. 11 Robô Honda ASIMO, s.d.
31	Fig. 12 Robô Sophia, 2017
34	Fig. 13 Exemplo de geometria de um modelo tridimensional, (investigador, 2018)
35	Fig. 14 Exemplo da diferença entre a superfície poligonal e de <i>nurbs</i> (investigador, 2018)
38	Fig. 15 Campanha JBL ' <i>Noise Cancelling Headphones</i> ', 2016
39	Fig. 16 Campanha Hyundai ' <i>Genuine Parts</i> ', 2018
39	Fig. 17 Campanha ' <i>SOS Mata Atlantica</i> ', 2017
40	Fig. 18 Campanha Volkswagen ' <i>No hands, no problem</i> ', 2017
41	Fig. 19 Divisão mobilada e decorada pela IKEA, s.d.
45	Fig. 20 Modelo tridimensional de T-Rex na produção de ' <i>Jurassic Park</i> ' s.d.
46	Fig. 21 Animatronic de T-Rex em cena na produção de ' <i>Jurassic Park</i> ' s.d.
48	Fig. 22 Conjunto de Captação de movimento e a transposição para o modelo tridimensional, s.d.
50	Fig. 23 Resultado final, após captação, renderização e edição de personagens em ' <i>Avatar</i> ', s.d.
52	Fig. 24 Render do genoma do ADN, s.d.
53	Fig. 25 Primeira simulação do fenómeno do buraco negro, 1979
54	Fig. 26 Simulação fotográfica do fenómeno do buraco negro, s.d.

56	Fig. 27 Gargantua. Filme <i>'Interstellar'</i> , 2014
58	Fig. 28 Verificação do modelo de Mercator, 2018
59	Fig. 29 Curva Loxodrómica tangente a um objeto esférico, s.d.
60	Fig. 30 Planificação da curva loxodrómica, 2018
61	Fig. 31 Planificação equirectangular do globo terrestre, 2015
63	Fig. 32 Projeção de planeta em órbita de 2 sóis, 2015
64	Fig. 33 Possível aparência do planeta Kepler-452b, 2015
64	Fig. 34 Renderização do planeta Kepler 186-f, 2014
65	Fig. 35 Planificação equirectangular do globo terrestre, 2015
66	Fig. 36 Exemplo de procedural texture (Investigador, 2018)
68	Fig. 37 Variação de escala associada a procedural texture (Investigador, 2018)
68	Fig. 38 Gargantua, <i>'Interstellar'</i> , 2014
77	Fig. 39 Ilustração Científica do planeta GJ 436b, 2015
79	Fig. 40 Variação de material entre objetos (Investigador, 2018)
79	Fig. 41 Variação de cor entre objetos (Investigador, 2018)
80	Fig. 42 Variação de procedural texture entre objetos (Investigador, 2018)
80	Fig. 43 Variação de refletividade entre objetos (Investigador, 2018)
81	Fig. 44 Superfície lunar, 2017
81	Fig. 45 Superfície do planeta Marte, 2017
82	Fig. 46 Aplicação de rugosidade na superfície do modelo (Investigador, 2018)
82	Fig. 47 Variação de <i>bump</i> entre objetos (Investigador, 2018)
83	Fig. 48 Sistema resultante da aplicação das funções do material complexo (Investigador, 2018)
84	Fig. 49 Registo fotográfico da lua, 2017
84	Fig. 50 Registo fotográfico do planeta Terra, 2010
85	Fig. 51 Materiais complexos do oceano e do continente terrestre (Investigador, 2018)
86	Fig. 52 Construção do material correspondente à superfície terrestre (Investigador, 2018)
86	Fig. 53 Variação de profundidade na superfície oceânica (Investigador, 2018)
87	Fig. 54 Máscara de separação entre materiais de oceanos e continentes (Investigador, 2018)
88	Fig. 55 Material combinado para a criação da representação do planeta Terra (Investigador, 2018)

- 89 **Fig. 56** Material combinado para a criação da representação do planeta Terra
(Investigador, 2018)
- 90 **Fig. 57** Aplicação do sistema de nuvens (Investigador, 2018)
- 92 **Fig. 58** Variação de material do planeta Terra (Investigador, 2018)
- 93 **Fig. 59** Registo fotográfico da lua de Plutão, 2017
- 93 **Fig. 60** Registo fotográfico de Saturno, s.d.
- 95 **Fig. 61** Representação tridimensional da lua, (Investigador, 2018)
- 95 **Fig. 62** Sequência ilustrativa das variações da lua em ambiente digital, (Investigador,
2018)
- 96 **Fig. 63** Registo fotográfico de Saturno, 2016
- 97 **Fig. 64** Sequencia de produção de anéis (Investigador, 2018)
- 97 **Fig. 65** Variações de anéis produzidos em ambiente tridimensional (Investigador,
2018)
- 98 **Fig. 66** Representação tridimensional de Saturno (Investigador, 2018)
- 99 **Fig. 67** Representação tridimensional Kepler 186-f, 2014
- 101 **Fig. 68** Aplicação do sistema na representação do planeta Kepler 186-f
(Investigador, 2018)
- 102 **Fig. 69** Variação de resultados do planeta Kepler 186-f (Investigador, 2018)
-
- 136 **Tabela 1** Avaliação por parte de especialistas da área do design de comunicação
- 137 **Tabela 2** Avaliação por parte de especialistas da área do comunicação científica (1)
- 138 **Tabela 3** Avaliação por parte de especialistas da área do comunicação científica (2)



1. Introdução

1.1. Problematização	5
1.2. Questões de Investigação	7
1.3. Objetivos	7
1.4. Título	7
1.5. Desenho de Investigação	9

Introdução

Introdução

1. Introdução

As artes gráficas foram, ao longo dos anos, sendo atualizadas com novas tecnologias, desde a imprensa de Gutenberg ao *Linotype*. Todos os avanços conduziram, inevitavelmente, a novas possibilidades e oportunidades na comunicação. Com o surgimento dos computadores e a digitalização do mundo real, o design, foi tendo cada vez mais recursos e maior capacidade de formação direcionada para todos os públicos. A velocidade de produção de informação aumentou, provocando o fenómeno *big data*, o que resultou no aumento de conteúdo nas mais diversas áreas. Deste modo, o design de comunicação foi encontrando soluções para gerir e organizar a divulgação de informação.

Do mesmo modo, a evolução tecnológica introduziu os sistemas de representação tridimensional na engenharia e no design através da produção de modelos e objetos digitais, inspirados pelo mundo real. O detalhe e realismo permitiram que estes novos sistemas fossem utilizados gradualmente no cinema e na publicidade, entre outros meios, como forma da exploração da realidade e a sua entrega ao utilizador, de uma forma associada a maior inovação.

A ciência tira partido desta nova possibilidade da comunicação. A comunicação de conceitos científicos, de carácter complexo, exige que o discurso do leitor seja rigoroso e conciso. Assim, cabe ao design a responsabilidade de desvendar e apresentar a informação de uma forma coesa e adequada ao público desejado. O domínio científico apresenta ao longo da história, recursos para a sua própria comunicação, seja por publicações ou por ilustrações científicas. Assim, quais as vantagens da inclusão dos sistemas de representação tridimensionais na apresentação de informação e quais os benefícios na produção de comunicação visual ligado à divulgação de conteúdo científico?

Dada a falta de literatura existente específica sobre o tema, tomou-se a oportunidade para conduzir a presente investigação. Outro aspeto que contribuiu para a escolha do tema de estudo foi tempo de contacto e conhecimento de *software* de representação tridimensional. O investigador foi tendo experiências com *software*, assim como conceitos técnicos inerentes à produção gráfica dessas imagens. Com base nos conhecimentos adquiridos e no desejo em aprofundar esta área de comunicação, considerou-se estudar o tema apresentado.

Introdução

Problematização

1. 1. Problematização

São diversos os casos, onde a presença da representação tridimensional assume identidade visual da comunicação, desde o cinema à publicidade. O cinema reúne exemplos significativos desta presença, na medida em que é palco para novas realidades. Os realizadores levam os limites dos efeitos especiais ao espectador, apresentando narrativas cada vez mais fantásticas e utópicas. Apresentam realidades ao público utilizando tecnologia cada vez mais avançada e as expectativas vão aumentando a cada novo título.

Assim sendo, e existindo capacidade técnica para produzir efeitos digitais com excecional resultado, qual a presença dos sistemas de representação tridimensional na comunicação visual hoje em dia?

A ciência também acompanha o progresso com avanços e descoberta de conceitos que são resultados do nosso tempo. Os investigadores têm a obrigação de comunicar ao público as suas descobertas, e utilizam, entre várias formas, a comunicação visual para chegar a todas as pessoas. Deste modo e tendo em conta que o nível de entendimento é cada vez mais complexo, de que maneira pode a comunicação de ciência retirar vantagens das possibilidades que estes sistemas apresentam?

Introdução

Questões de Investigação. Objetivos. Título

1. 2. Questões de Investigação

As seguintes questões de investigação surgiram depois da identificação do problema apresentado:

- Como se define a representação tridimensional enquanto técnica de comunicação visual.
- Qual a importância dos sistemas de representação tridimensional como forma de produção de imagens e qual a sua relação na comunicação de ciência.

1. 3. Objetivos

Objetivos Gerais

- Entender o papel da representação tridimensional na área do design de informação e da comunicação científica.
- Relacionar os tipos e os conteúdos das mensagens científicas com os suportes que vão surgindo no campo do design de informação.

Objetivos Específicos

- Reunir Casos de Estudo pertinentes e conhecer o processo de trabalho inerente.
- Entender melhor o papel do design no mundo tecnológico e científico.
- Desvendar os conceitos e as características da representação tridimensional.

1. 4. Título

Sistema de Representação Tridimensional como forma de comunicação de ciência.

O título do projeto de dissertação teórico-prática foi elaborado a partir dos dois conceitos principais que o constituem. Por um lado, os sistemas de representação tridimensional como forma de criação de imagens e qual a sua relação na comunicação de ciência.

Introdução

Desenho de Investigação

1. 5. Desenho de Investigação

O desenvolvimento metodológico da dissertação será composto de três fases. De modo a entender o conceito, será conduzida uma crítica da literatura, onde serão levantadas pistas para as respostas às questões de investigação. O tema escolhido não é vastamente abordado em livros. Foi verificado que os estudos publicados sobre a representação tridimensional são focados na componente técnica e na aprendizagem de *software* específicos. Na sua maioria, são considerados manuais técnicos, pelo que não exploram as capacidades práticas do sistema ou indicam instruções para completar objetivos específicos. A investigação precisa de se basear, na sua maioria, na análise de conteúdos noticiados e abordados em sites selecionados, *blogs* de autores e artigos científicos, sejam documentários ou publicações.

Para revelar as capacidades práticas encontradas nos sistemas de representação tridimensional, será conduzida uma entrevista ao estúdio Nebula Studios. Um estúdio que se dedica à produção de conteúdo visual, de formato animado ou estático para a comunicação visual no âmbito da publicidade. A entrevista terá como objetivo aprofundar o conceito da representação em três dimensões, quais as suas vantagens, aplicações e limites.

Concluído o capítulo do enquadramento teórico, será produzido um produto visual que terá de conter, na sua forma e no seu conceito, os princípios recolhidos na fase de estudo. É esperado que, o produto seja alvo de avaliação por parte das duas áreas envolvidas na dissertação, nomeadamente a ciência e o design. Na fase de avaliação é esperada a conversa com os especialistas sobre o projeto apresentado, mas também será explorada a sua visão sobre a comunicação visual hoje em dia. Qual o seu objetivo e a sua forma.

Recorrendo à figura 1. é possível observar o diagrama metodológico que serviu de estrutura para a construção da investigação.

Introdução

Desenho de Investigação

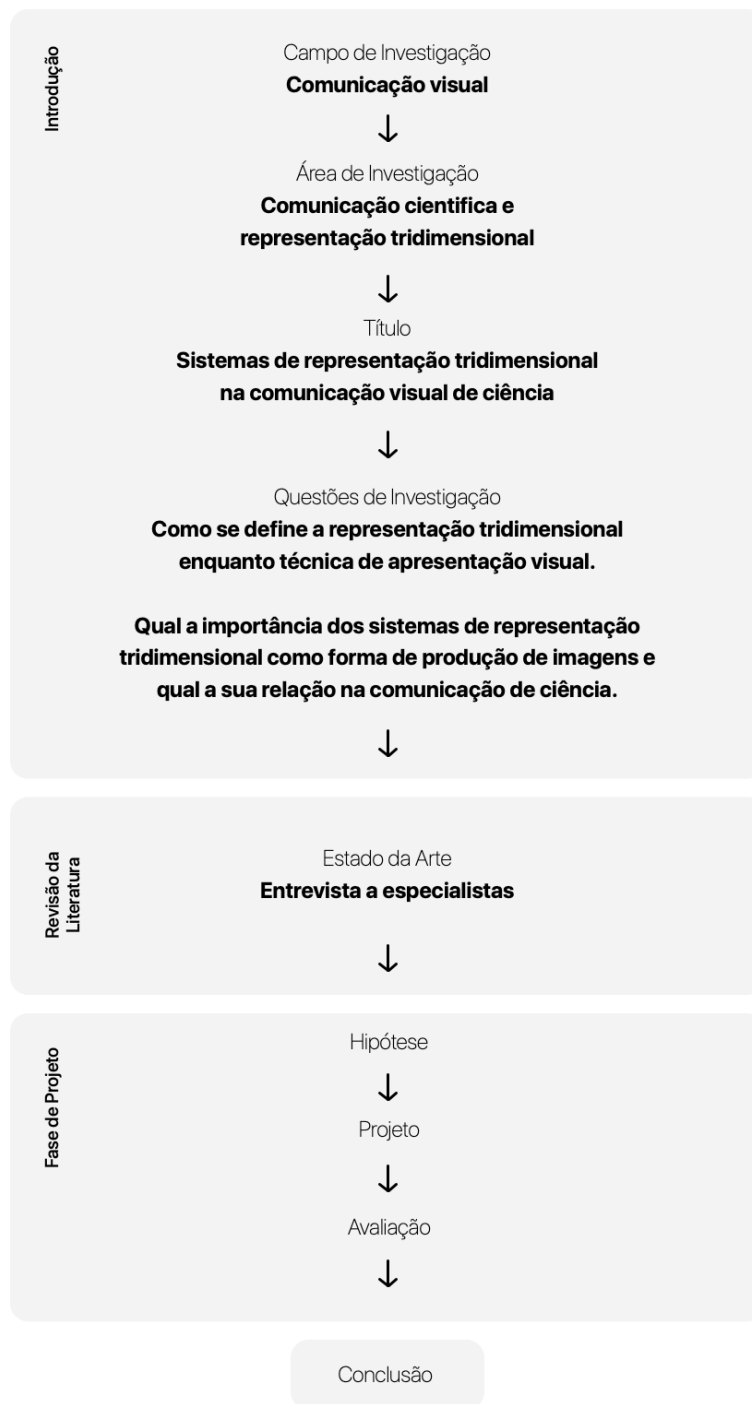


Fig. 1 – Diagrama de metodologias utilizadas (Investigador, 2018)



2. Enquadramento Teórico

2.1. Gestão de Informação e Big Data	17
2.2. Comunicação Científica	21
2.3. Representação Tridimensional na Comunicação Visual	29
2.3.1. O alcance do realismo	29
2.3.2. Definição do conceito	33
2.3.3. Cinema como Instrumento de exploração de capacidades	43
2.4. Representação Tridimensional na Comunicação Científica	52
2.4.1. Exploração de Conceitos Macroscópicos	52
2.4.2. Ponte entre o Design Visual e Ciência	53
2.4.3. Exploração Tridimensional de Desafios Bidimensionais	57
2.4.4. Comunicação visual da NASA e a Importância da Imagem	62
2.5. Argumento	72

Enquadramento Teórico

-

2. Enquadramento Teórico

O estudo do enquadramento teórico terá a sua construção assente no entendimento das duas áreas relacionados no tema da investigação. Serão analisadas as características que definem os comportamentos da comunicação visual, relacionada com o avanço dos sistemas de representação tridimensionais. O entendimento geral das capacidades tecnológicas presentes no formato tridimensional de comunicação visual será apoiado com casos reais que comprovam a sua presença na sociedade, importância na transmissão da mensagem em capacidade de exploração visual de conceitos. Desta forma, serão tidos exemplos encontrados no cinema e na publicidade para expor métodos e técnicas que agilizam a produção de conteúdo e exploram novas oportunidades de exploração criativa. Formada a definição geral dos sistemas de representação tridimensional, serão encontradas pontes entre a comunicação rigorosa que a ciência exige e o nível de produção visual resultante da conjugação das duas áreas. Na figura 2. encontra-se o diagrama das áreas envolvidas. O elemento central corresponde à representação tridimensional, envolvido pelas áreas da comunicação e rodeado das aplicações práticas abordadas no presente documento.



Fig. 2 – Diagrama das áreas envolvidas (Investigador, 2018)

Enquadramento Teórico

Gestão de Informação e *Big Data*

2. 1. Gestão de Informação e *Big Data*

A nossa atualidade está preenchida por representativos avanços tecnológicos que potenciam a produção de grandes quantidades de informação. De acordo com Weber e Gadepally (2014) as fontes de informação são também provenientes do comportamento social na internet e das redes sociais. Dependem do contexto atual para se tornarem num fluxo mais visível. Um claro problema decorrente da ambição tecnológica, segundo Chavez (2012, s.p.) é a quantidade incomportável de informação que é produzida e que tem de ser armazenada e arquivada, de forma acessível para ser posteriormente utilizada. O problema da produção de informação e a sua consequente gestão é chamado de *big data*. Press (2014, s.p.) apresenta a seguinte descrição do problema:

*"The Berkeley researchers estimated that the world had produced about 1.5 billion gigabytes of information in 1999 and in a 2003 replication of the study found out that amount to have doubled in 3 years. Data was already getting bigger and bigger and around that time, in 2001, industry analyst Doug Laney described the "3Vs"- volume, variety, and velocity - as the key "data management challenges" for enterprises, the same "3Vs" that have been used in the last four years by just about anyone attempting to define or describe big data."*¹

Press, 2014, s.p.

Tem se verificado, de acordo com Chavez (2012, s.p.) que problema do *big data* foi sempre objeto de estudo no mundo da gestão de informação, mas o crescente fenómeno de explosão de conteúdos obrigou a que os métodos de análise fossem também melhorados e atualizados. Augur (2016, s.p.) refere que a Informação não tem significado se não puder ser entendida e aponta os gráficos, de barras, circulares, entre outros, como instrumentos visuais para a interpretação de informação e de relação entre conceitos.

Weber e Gadepally (2014) salientam que, a par com o problema do excesso de informação, surge o desenvolvimento de um novo método para a partilha de conteúdo informativo.

Em parte, com os gráficos como auxiliares visuais, tem sido utilizado sistemas de representação tridimensional para condensar informação, e para tornar a leitura mais intuitiva e fluida. Através da apresentação de informação em modelos tridimensionais e sistemas de visualização, é possível condensar grandes volumes de conteúdos em gráficos ou modelos digitais e analisá-los como um todo. Em relação à utilização de sistemas tridimensionais, Chavez (2012, s.p.)

¹ T.L. "Os pesquisadores de Berkeley estimaram que no mundo se produziram cerca de 1,5 bilhões de gigabytes de informação até 1999 e, em uma recriação do estudo em 2003, descobriu que esse valor teria duplicado em 3 anos. Os dados já estavam cada vez maiores e, em 2001, o analista do sector Doug Laney descreveu os "3Vs" - volume, variedade e velocidade - como os principais "desafios de gestão de dados" para empresas, os mesmos "3Vs" que têm sido usado nos últimos quatro anos por praticamente qualquer pessoa que tente definir ou descrever *big data*."

estabelece o termo de comparação entre o típico ambiente de estudo bidimensional de *big data* com a referência à visualização tridimensional da informação. Reconhece que:

“When we analyze data in the typical 2D format, usually comprised of numbers listed in a spreadsheet or grouped in a pie chart, there’s a limit to how much information we can actually take away and use for planning, making decisions, targeting customers, etc.”²

Chavez. 2012, s.p.

Por outro lado, sobre a adoção de sistemas de visualização tridimensional na análise de informação, Chavez (2012, s.p.) aponta que as vantagens que se conseguem obter tornam o processo de gestão de grandes volumes de conteúdo mais fluído. Acrescenta que:

“While 3D capabilities are still advancing — the potential to use these types of technologies as a way to discover valuable organizational trends is certainly within reach.”³

Chavez. 2012, s.p.

Como solução de organização, as possibilidades são ilimitadas na medida em que os sistemas se podem adaptar a diferentes funções. O mesmo autor acrescenta, sobre a importância de um sistema de análise tridimensional que:

“Modern computing has given the scientific community tools to take data exploration to the next level. The mining of large data sets requires efficient data organization as well as visualization.”⁴

Chavez, 2012, s.p.

Durante uma experiência no MIT, em Massachusetts, a dupla Weber e Gadepally construíram um modelo tridimensional do centro de investigação onde, através de um sistema visual de projeção de luz numa superfície translúcida que estava ligada a uma base de dados, era possível visualizar o fluxo de tweets atualizados no perímetro da universidade. Na figura 3, é possível encontrar o modelo criado pelos estudantes, designado de *LuminoCity*. Os mesmos acreditam,

² T.L. “Quando analisamos dados no típico formato 2D, geralmente compostos de números apresentados numa lista ou agrupados num gráfico de circular, há um limite de quantidade de informações que realmente podemos remover e usar para planear, tomar decisões, segmentar clientes, etc.”

³ T.L. “Enquanto a capacidade do 3D avança - o potencial para usar estes tipos de tecnologias como uma forma de descobrir tendências de organização valiosas está certamente ao alcance.”

⁴ T.L. “A computação moderna deu as ferramentas à comunidade científica para levar a exploração de dados ao próximo nível. A refinação de grandes conjuntos de dados requer organização de dados eficiente, bem como visualização”

segundo Paerson (2014, s.p.) que o mesmo sistema possa ser utilizado no futuro para planejar grandes cidades com base comportamento dos seus habitantes e refere que assim, podem ser construídos todos os tipos de perfis urbanos. Este é um exemplo onde, para além da apropriação de grandes volumes de informação em bruto, a imagem e a percepção assumem um entendimento mais imediato do conteúdo visual, servindo de auxílio à compreensão.



Fig. 3 – Lumino City, modelo de visualização de informação em tempo real.

Weber e Gadepally, 2014

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://blog.adafruit.com/2014/10/16/mit-researchers-3d-printed-visualize-big-data/>

Contudo, e de acordo com Chavez (2012, s.p.), o problema do *big data* aciona outras preocupações relacionadas com a exposição da comunicação em geral à sociedade. Com base no excessivo volume de informação proveniente das mais diversas áreas, a população torna-se exposta a uma densa variedade de conhecimento que por vezes não é legítimo ou benéfico. Coates (2014, p.10) sugere que vivemos num período onde a informação cresce cada vez com mais importância e onde diversas vezes passa despercebida. O design de informação encontra aqui uma forma de agir e apresentar à sociedade meios de se organizar. Desde a construção de uma linguagem de sinalética para espaços, ao desenho de mapas, jornais e ligado ao design de interação, o design de informação foi crescendo e acompanhando o problema do *big data*. Ainda assim, Coates (2014, p.10) refere que o significado de design de informação varia consoante autores. Não existe uma definição integral do conceito, mas a aceção mais explicativa, surge de Felton (2014, p.10) que refere que:

*"In its broadest sense, all graphic design is "information design". The distinction for me is that graphic design is the organization of elements that are typically capable of communicating independently, like words, photography and illustration. Information design, as I see it, incorporates the more elemental particles of data, and as a result requires more interpretation or authorship on the designer's part for it to speak fluently."*⁵

Felton. 2014, p.10

As áreas que constituem a ciência assumem uma grande importância na sociedade uma vez que é com os avanços científicos que são introduzidas novas possibilidades ao entendimento de temas que vão sendo cada vez mais complexos. Graças aos apoios que são atribuídos à ciência, os cientistas têm a obrigação de partilhar com o público os avanços e descobertas que efetuam (Smith, 2017, s.p.).

⁵ T.L. "No sentido mais amplo, o design gráfico é "design de informação". A distinção para mim é que o design gráfico é a organização de elementos que normalmente são capazes de se comunicar independentemente, como palavras, fotografia e ilustrações. O design da informação, como eu vejo, incorpora as partículas mais elementares de dados e, como resultado, requer mais interpretação ou autoria por parte do designer para que ele comunique mais fluentemente."

2. 2. Comunicação Científica

A comunicação científica é definida pela transmissão de conceitos complexos de carácter rigoroso, proveniente do estudo analítico de informação, a um público através de linguagem acessível, incentivando assim o seu entendimento. Para que a comunicação seja eficaz, os diferentes agentes de comunicação, como jornalistas, investigadores, políticos, mas também profissionais ligados ao design, necessitam de filtrar os conteúdos gerados pela comunidade científica, definindo pontos chave que são depois transmitidos ao público, por meio escrito, em *papers* científicos, ou artigos de revistas, posters ou conferências; ou por imagens como infografias e ilustrações de carácter científico (Boon, 2014, s.p.). A definição de comunicação científica, segundo Boon (2014, s.p.):

*"At its most basic, science communication is defined as sharing science-related topics with non-experts. For scientists, this can take a number of forms: from teaching classes to a radio interview or newspaper article about your research, to a presentation to local high school students, or a popular blog post. The key to successful science communication is that you're keen on your topic, use accessible language, and make it relevant to your audience."*⁶

Boon, 2014, s.p.

Tal como refere Grossman (2014, s.p.), a comunicação científica, assume hoje em dia duas questões essenciais ao planear a sua divulgação ao público, nomeadamente, como se comunica algo complexo e de nível científico e porque razão deve o público se interessar por esses temas. São estas as questões que os agentes de comunicação procuram resolver. Existe ainda uma diferença entre comunicação e disseminação da ciência. De acordo com Thomas (2015, s.p.), a comunicação científica visa a partilha de conhecimentos complexos ao público não especialista. Define-se pela publicação de artigos em agências de comunicação, sejam jornais ou revistas e utilizam linguagem simplificada, apontando os objetivos e resultados, assim como as implicações dos resultados na vida quotidiana. A disseminação científica, por outro lado, é caracterizada pela partilha de conhecimentos entre pares científicos. São utilizados *papers* científicos e palestras para disseminar conhecimentos, metodologias e conceitos próprios da área de estudo.

Sobre a importância da comunicação científica, Ruetz (2017, s.p.) acrescenta que:

⁶ T.L. "Na sua maioria, a comunicação científica é definida como partilha de temas relacionados com a ciência com não especialistas. Para os cientistas, pode assumir várias formas: desde aulas até uma entrevista de rádio ou artigo de jornal sobre sua pesquisa, para uma apresentação para estudantes locais do ensino médio ou uma postagem de blog popular. A chave para uma comunicação científica bem-sucedida é que você está interessado em seu tópico, usa linguagem acessível e torna relevante para o seu público."

“Communication is about to inform and reach out to society. It should be addressed to multiple audiences that go beyond the project own community, while the audiences for the dissemination are the ones that use the results.”⁷

Ruete, 2017, s.p.

A comunicação de ciência atua no sentido de apelar ao interesse do público para o conhecimento científico, apresentando o estudo e os processos necessários para as conclusões apresentadas. A imagem, como veículo de comunicação, tem o papel de proporcionar entendimento ao leitor. A apresentação de um conceito inovador suportado meramente por texto corre o risco de não ser corretamente interpretado, dando lugar a leitura vaga ou incorreta. Os resultados dos estudos são reais e exigem que a explicação seja consequentemente real e facilmente entendida pelo leitor.

A ilustração de conceitos faz parte do conhecimento humano desde o seu início. Como é possível observar na figura 4, expondo um de muitos exemplos, a pintura serviu como veículo de comunicação, onde os elementos representados teriam uma correspondência aproximada ao léxico de conhecimento do grupo. São representações da realidade. A importância da comunicação é, por isso, transversal à área de atuação e depende da qualidade da sua representação para ser devidamente válida e entendida.

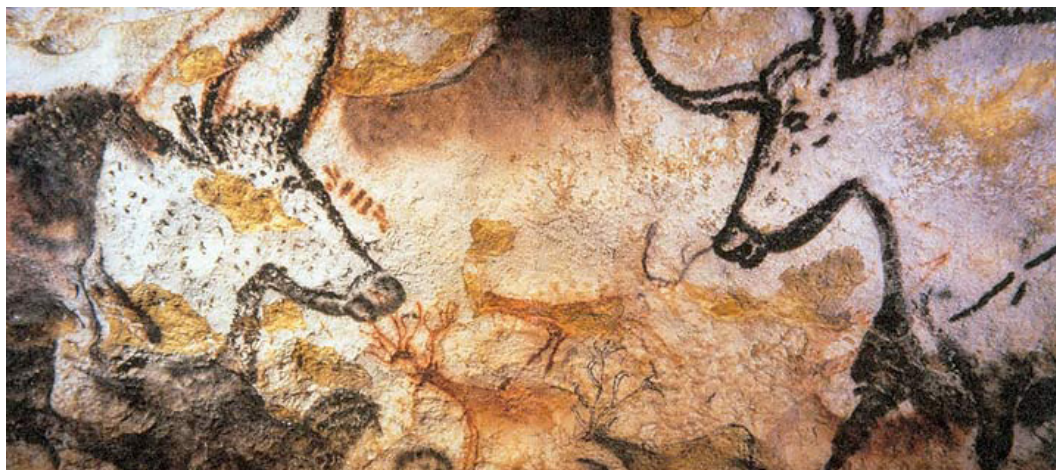


Fig. 4 – Pintura rupestre em Lascaux, França, descoberto em 1940

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Grutas_decoradas_do_vale_do_Vézère#/media/File:Lascaux_painting.jpg

⁷ T.L. “A comunicação está a ponto de informar e chegar à sociedade. Deve ser dirigida a públicos múltiplos que vão além da própria comunidade do projeto, enquanto que as audiências para a disseminação são as que utilizam os resultados.”

Tomando a comunicação visual ao serviço da ciência aos seus primórdios, é importante apontar o caso do conhecido rinoceronte de Dürer, onde é possível observar a importância da qualidade de representação.

De acordo com Martins (2014, p. 200) a representação do rinoceronte apresentado na figura 5, remonta a 1515. A gravura do animal foi produzida por Albrecht Dürer no mesmo ano e é baseada em esboços e textos descritivos enviados de Lisboa até à Alemanha. Martins (2014, p. 200) descreve que o animal foi uma oferta de Afonso de Albuquerque, o segundo governador da Índia, para o rei D. Manuel I. Foi o primeiro animal da sua espécie a existir na Europa desde a presença do império romano, trazido pela armada de Afonso Albuquerque em 1515. (Mexia, 2007, s.p.).

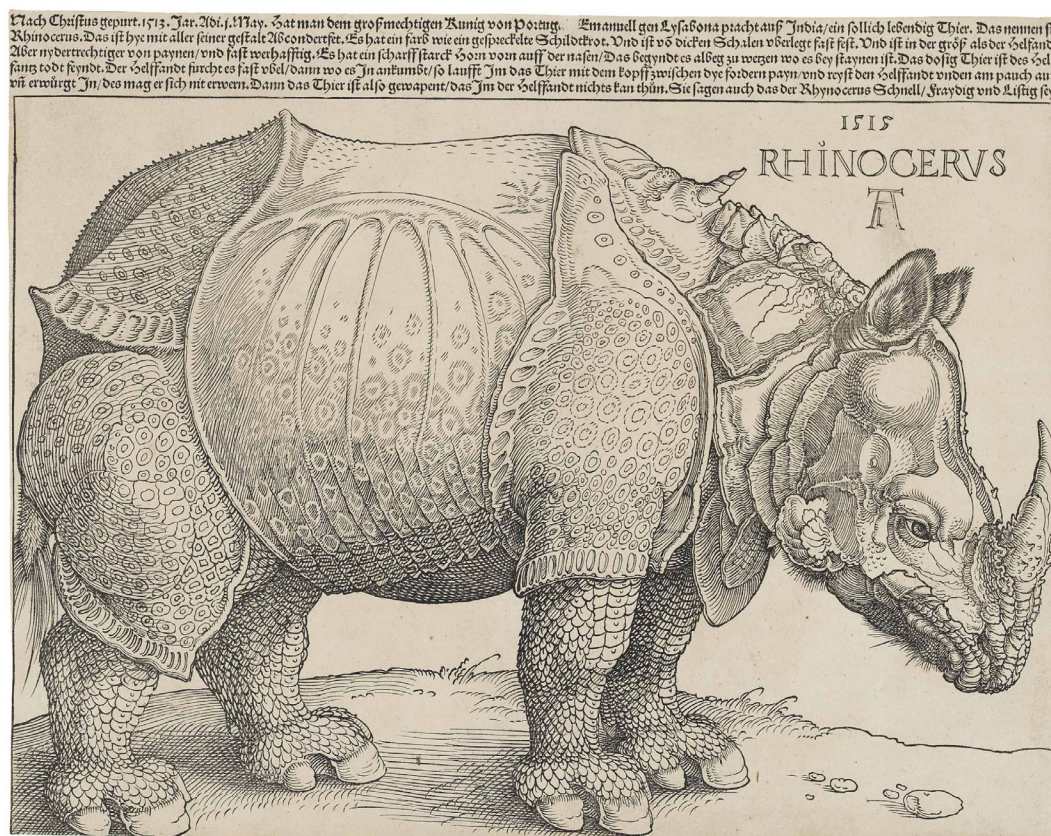


Fig. 5 – Gravura do Rinoceronte de Dürer, 1515

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Dürer%27s_Rhinoceros%2C_1515.jpg

Em anexo ⁸, encontra-se a tradução da descrição escrita do animal, presente na gravura original. De Portugal, juntamente com a descrição seguiu um esboço, de artista desconhecido, segundo Tirapicos (2005, s.p.), apresentado na figura 6. Dürer produz então, com base no esboço e textos descritivos vindos de Lisboa, a ilustração de um rinoceronte que não corresponde à aparência real do animal, uma vez que o autor da gravura jamais tinha visto a criatura em pessoa (Martins, 2014, p.) O rinoceronte encontra-se representado coberto de escamas e carapaças que aumentam a imponência da espécie, sobrevalorizando as suas características reais.

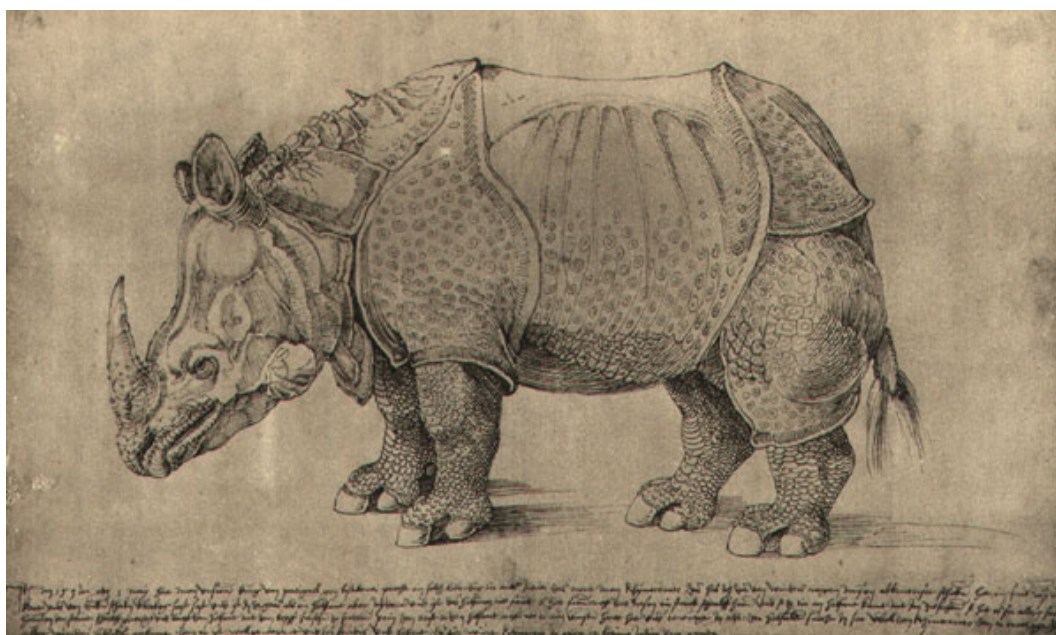


Fig. 6 – Esboço do Rinoceronte enviado de Portugal para a Alemanha, 1515

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/e71.html>

Este caso é exemplo da importância da comunicação científica e a veracidade com que esta é divulgada, numa época onde a própria partilha de conteúdo era muito limitada. A imagem representada na figura 5, foi durante dois séculos a única representação do animal na Europa. É importante reconhecer o poder que a imagem tem em unificar pensamentos num meio que não é escrito, mas sim visual, e onde a interpretação é literal. A representação do rinoceronte, atualmente, faz parte do espólio do *British Museum*, em Londres.

De um modo mais geral, de acordo com Lourenço (2014, s.p.), a ilustração científica não tem apenas a função de comunicar conceitos ao público geral, mas age também como instrumento transversal de disseminação entre a própria comunidade científica. Conforme refere Modzy (2017, s.p.):

*"For millennia, illustrators have helped us envision the natural world. From the Greek physician Herophilos's human dissections in the 4th century B.C. to John Wesley Powell's expedition in Southern Utah in 1869, scientific illustration has shaped history and helped to pass scientific knowledge to future generations."*⁹

Modzy, 2017. s.p.

O conceito de ilustração científica surge muito ligado ao desenho detalhado de espécies animais, associado à biologia, mas desde o início da exploração científica, que os cientistas têm sentido a necessidade de representar, por meio de ilustrações, fenómenos naturais, relacionados com a ciência e as suas áreas de estudo, servindo de exemplo, a botânica e a geologia (Modzy, 2017, s.p.). As ilustrações científicas têm, então, assumido a importância de documento científico, uma vez que acompanham e documentam visualmente a informação do objeto de estudo e as descrições escritas. Eram como que provas das descobertas (Modzy, 2017, s.p.) As ilustrações científicas tornaram-se essenciais ao conhecimento numa época onde ainda não existia a fotografia como forma de registo da realidade, e por isso, estes desenhos servem o propósito de registar de forma analítica e imparcial o objeto de estudo. (Meier, 2013, s.p.). De um modo mais específico, este método de registo, ajudava os pesquisadores a preservar os detalhes das espécies, nomeadamente marinhas, que em muitos casos, segundo Pavid (2016, s.p.), perdem a cor depois de estarem vivas. Juntamente com o registo da espécie, por exemplo, é comum apresentar o meio que as envolve como apresentado nas ilustrações na figura 7 e 8. como forma de incluir contexto ao entendimento do leitor.

⁹ T.L. "Durante milénios, os ilustradores ajudaram-nos a imaginar o mundo natural. Das dissecções humanas do médico grego Herófilos no século IV aC. À expedição de John Wesley Powell no sul do Utah em 1869, a ilustração científica moldou a história e ajudou a transmitir o conhecimento científico às gerações futuras "



Fig. 7 – (esquerda) Ilustração científica da espécie *Keulemans kit fox*, J. G. Keulemans, 1827

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://vi.wikipedia.org/wiki/Tâp_tin:Keulemans_kit_fox.png



Fig. 8 – (direita) Ilustração científica da espécie *Vulpes Macrotis*, Ernst Haeckel, 1904

Consultado a 9 de setembro de 2018. Disponível em:

<http://www.fossilmuseum.net/fossil-art/haeckel/muscinae/muscinae-moss.jpg>

A ilustração representada na figura 9 é exemplo do detalhe que é característico deste tipo de representação visual. Com as ilustrações é possível apresentar várias perspetivas dos objetos de estudo ou demonstrar cortes transversais com o objetivo de expor o seu interior. Desta forma, pessoas comuns, sem conhecimento científico, têm a capacidade de, por exemplo, interpretar a estrutura óssea das espécies ou entender processos biológicos dos animais ou plantas. Também contribui para o conhecimento da população a exposição de espécies que se encontravam fora do seu alcance, como espécies aquáticas, voadoras ou de outros países ou continentes, como referido anteriormente no caso do Rinoceronte de Dürer.

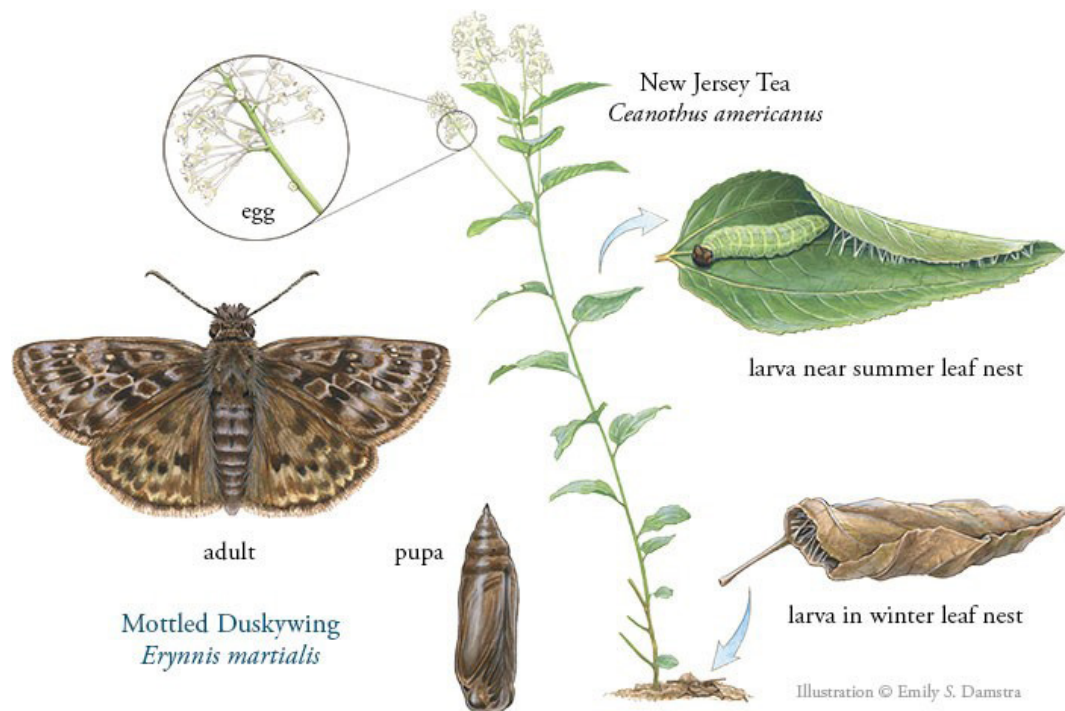


Fig. 9 – Ilustração científica referente ao desenvolvimento da *Erynnis Martialis*, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://creators.vice.com/en_au/article/jpvva4/why-science-illustration-still-needs-a-human-touch

Atuando no mesmo campo de representação visual de ciência, surge o depoimento de Robert Hurt (2018), artista conceptual ao serviço da NASA, que sugere que a utilização da imagem na divulgação de ciência tem a importância de captar primeiramente o interesse do leitor. O mesmo autor refere que:

*"There are people who just look and think: "Oh NASA's photographed a planet" and they don't understand that actually that was a piece of art. On the other hand, if we don't do that, and don't put a piece of compelling artwork, then people may never even look at the story."*¹⁰

Hurt, 2018

Isto significa que a imagem só por si funciona na ciência de forma controversa. Hurt (2018) refere que a representação rigorosa corre o risco de afastar o leitor pela presença de detalhes muito complexos. Contudo a falta de imagem impede que o artigo seja sequer observado.

¹⁰ T.L. "Há pessoas que apenas olham e pensam: "Oh, a NASA fotografou um planeta" e não entendem que na verdade é uma obra de arte. Por outro lado, se não fizermos dessa forma e não fizermos uma obra de arte convincente, as pessoas talvez nem olhem para a história."

O mesmo autor refere que a ilustração científica pretende, para além de expor a componente rigorosa a que é sujeita, o registo dos métodos e dos pensamentos que foram utilizados num período específico.

Este fenómeno é visível, desde a utilização da gravura no caso do rinoceronte de Dürer, assim como as ilustrações científicas relacionadas com o conhecimento das espécies animais e vegetais ao longo dos anos, e passando pelo período atual, onde são empregues tecnologias digitais para representar o conhecimento moderno. Sobre o registo dos processos de pensamento e de registo visual em ciência, Hurt (2018) acrescenta que:

*"We're putting as much science as we can, of what we know today, and I like to think that in 50 years when people come back and look at the various pictures of exoplanets after maybe we actually finally know what they look like, they might wink and smile to each other, oh that's so funny, they thought there was water on that one. But also appreciate this is a historical record of how our understanding of these planets has changed over time."*¹¹

Hurt, 2018

O mesmo autor descreve que antes da década de 70 do século XX, os artistas encarregues da comunicação visual da NASA trabalhavam em conjunto com a *Disney* e outras entidades como Chesley Bonestell, designer e ilustrador, com o objetivo de cativar os leitores a tomarem interesse aos temas relacionados com a exploração espacial. A imagem tem a capacidade de funcionar isolada, por si mesma, ao apresentar algo que prenda a atenção e crie interesse ou curiosidade. Por isso mesmo, são utilizados na comunicação visual de ciência sistemas de representação inovadores. O recurso a imagens tridimensionais para a exploração de um conceito tem vindo a ganhar presença na comunicação visual de ciência pelas vantagens que esses sistemas permitem.

¹¹ T.L. "Estamos a colocar o máximo de ciência possível, do que sabemos hoje, e eu gosto de pensar que daqui a 50 anos, quando as pessoas voltarem atrás e olharem para as várias fotos dos exoplanetas, depois talvez realmente saibamos como eles são de verdade, podem sorrir um para o outro, oh isso é tão engraçado, eles pensaram que havia água naquele. Mas também aprecio que este é um registo histórico de como nossa compreensão desses planetas mudou ao longo do tempo."

2. 3. Representação Tridimensional na comunicação visual

2.3.1. O alcance do realismo

A utilização de tecnologias digitais para produção de imagens tem se revelado uma tendência, como refere Trivedi (2013, s.p.). A digitalização do mundo e das ideias criativas foram sendo codificadas em *software* digitais cada vez mais completos. No entanto, tem se verificado, desde o início do século XXI, a iniciativa de introduzir sistemas representação tridimensional de objetos, como forma de apresentação visual de conteúdo, inserido no campo da comunicação visual. De acordo com Trivedi (2013, s.p.), os *software* são capazes de produzir imagens ou animações de forma complexa, necessitando de menos custos de produção e sendo, cada vez mais, utilizados em todos os campos da comunicação. O realismo da representação tridimensional que é conhecido hoje em dia, é resultado do avanço da tecnologia. Segundo Wong (2012) os *software* foram alvo de uma evolução acelerada, acompanhados pela exploração da competência dos computadores e das suas capacidades. O mesmo fenómeno verifica-se hoje, quando os avanços na computação se refletem na progressão da qualidade do sistema de representação digital.

Atendendo ao processo evolutivo que os *software* de representação tridimensional foram sofrendo, surge o conceito primeiramente introduzido por Masahiro Mori, definido como '*uncanny valley*'. Mori (2012, s.p.) apresenta o conceito ligado à robótica e à construção de modelos mecânicos de figuras humanas. O autor descreve que a construção de robôs com traços humanos corre o risco de causar repulsa aquando do contato com utilizadores reais. Tal como Wong (2014), Mori (2012, s.p.) refere que o ser humano é muito incisivo a encontrar detalhes e características, tanto da forma como do comportamento, de outros indivíduos. Por esse motivo, os pormenores que não são genuínos, são assumidos como não reais ou simulados. Tal como o comportamento dos humanos, o conceito do '*uncanny valley*', introduzido por Mori, aplica-se a outras transposições de aplicações, mecânicas ou artificiais, do mundo real.

Para ilustrar o problema, Mori elaborou um gráfico, apresentado na figura 10, onde é possível identificar que a base da proximidade entre humanos e máquinas, considerada pelo autor, são os robôs industriais. Não apresentam quaisquer relações diretas com humanos na medida que a sua função dita completamente a sua construção, comportamento e aparência. Num segundo nível, podem ser encontrados robôs ou representações humanas estilizadas e claramente não realistas, tal como bonecos. Ainda assim existem relações anatómicas que são reconhecidas, mas exageradas, como o robô ASIMO, representado na figura 11, e colocadas fora do entendimento real. Por fim, analisando o esquema de Mori, existe o pico máximo onde a relação humano/máquina se perde, que é a associação à interação com outro indivíduo humano. Contudo antes deste patamar é onde o '*uncanny valley*' se insere. A relação entre os mecanismos e os seus objetivos são muito aproximados, mas muito distantes em relação à similaridade entre si e o seu utilizador.

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Visual

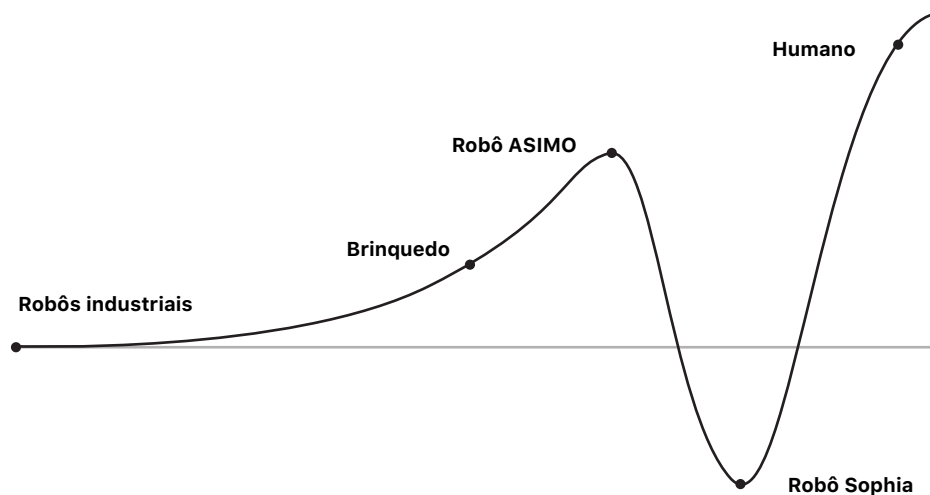


Fig. 10 – Gráfico descritivo do fenómeno do ‘uncanny valley’ (Investigador, 2018)

Desenvolvido com base no artigo consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://simple.wikipedia.org/wiki/Uncanny_valley#/media/File:Mori_Uncanny_Valley.svg



Fig. 11 – Robô Honda ASIMO, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://rumourjuice.com/254-10-invaluable-japanese-inventions-in-history.html>

A percepção da realidade e a sua transformação em algo material tem sido alvo de uma mudança por parte dos artistas. De acordo com Scott (2017, s.p.), os engenheiros e artistas visuais terão constantemente a vontade de alcançar a réplica das características humanas. Na figura 12, é possível verificar que o robô *Sophia* apresenta um conjunto de fatores associados à figura humana, mas os movimentos e a interação entre ou utilizador real não são convincentes.



Fig. 12 – Robô *Sophia*, 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.dezeen.com/2017/10/26/saudi-arabia-first-country-grant-citizenship-robot-sophia-technology-artificial-intelligence-ai/>

A mesma ambição é pretendida no campo da comunicação visual. Artistas conceptuais que produzem elementos visuais para filmes encontram também o problema da transposição dos detalhes do mundo real para o ambiente digital. Como refere Juan Buis (2017, s.p.), a ligação do público geral com o cinema denuncia facilmente as fragilidades que a representação digital apresenta. O mesmo autor refere que:

*"The biggest problem facing the animation community is an effect called the 'uncanny valley'. We're confronted with this when we see something that looks nearly human, but just not quite. Humans are so good at recognizing other humans, that's it's extremely hard to create a thing that looks like a normal, healthy person and not a zombie or a corpse."*¹²

Buis, 2017, s.p.

¹² T.L. "O maior problema enfrentado pela comunidade de animação é um efeito chamado "uncanny valey". Somos confrontados com isso quando vemos algo que parece quase humano, mas não é bem assim."

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Visual

Deste modo, é possível identificar uma relação direta entre a teoria de Mori e os sistemas de representação tridimensional. Assim como a construção de robôs humanoides tem vindo a ser uma realidade, a criação de modelos tridimensionais do mundo real também tem crescido com o desenvolvimento da computação gráfica. A sua aplicação é mais alargada dentro do campo da comunicação visual, uma vez que ganha claras vantagens quando aplicada na publicidade, no cinema ou na comunicação visual de ciência.

A produção de imagens foto realistas introduz vantagens ao ser utilizada na ciência. A capacidade de traspor a barreira do entendimento ao apresentar ao público uma explicação para um efeito ou fenómeno é valorizada se for utilizado um sistema de representação tridimensional. Deste modo é importante reconhecer quais os fatores que definem e caracterizam a comunicação através de elementos tridimensionais. Acuna (2014, s.p.) apresenta a seguinte sugestão para a definição do conceito.

"The simplest way to explain computer graphics without getting overly technical is to think of typical hand-drawn animation or stop motion, which consists of a series of drawings or photographs to create the illusion of movement.

Similarly, a lot of CGI animation in movies involves series of drawings or renderings on a computer screen. These are used to create that same illusion to make something look photo-realistic." ¹³

Acuna, 2014, s.p.

¹³ T.L. "A forma mais simples de explicar a computação gráfica sem se tornar excessivamente técnica é pensar em animação típica desenhada à mão ou stop motion, que consiste numa série de desenhos ou fotografias para criar a ilusão de movimento.

Da mesma forma, muita animação CGI em filmes envolve uma série de desenhos ou renderizações num computador. Estes são usados para criar a mesma ilusão para fazer com que algo pareça foto-realista."

2.3.2. Definição do conceito

Por sistema de representação tridimensional, assume-se um universo de meios que servem o propósito de representar objetos ou modelos gerados em três dimensões, em formato de imagem ou vídeo. O conceito congrega meios de produção, assim como suportes de apresentação de conteúdo. Como meio de criação de objetos, toma-se o exemplo de *software* de modelação tridimensional como *3dsMax*, *Blender*, *Autodesk AutoCAD* ou *Cinema 4D*. Estes editores produzem atualmente imagens estáticas ou animações com detalhes visivelmente foto realistas.

Contudo, para além do sistema padrão de representação audiovisual, assumido por telas, televisores ou monitores, foram incluídos, graças ao desenvolvimento das capacidades digitais, novas plataformas de visualização e interação com a realidade. A realidade aumentada e realidade virtual assumem cada vez mais a sua presença no campo da visualização tridimensional.

Em comparação, a imagem vectorial ou matricial, a imagem tridimensional é composta pela associação de pontos em duas dimensões designadas de x y, definidas por comprimento e largura. O conceito de 3D utiliza a base da representação bidimensional que é definida pelos eixos x y e acrescenta o eixo da profundidade z. Desta forma, os elementos compostos em ambientes tridimensionais caracterizam-se por se encontrarem representados num espaço onde existe profundidade real, forçado pela introdução da perspetiva. Gordon (2016, s.p.) aponta, sobre a utilização de imagem geradas em sistemas de representação tridimensional que:

*Computer-generated imagery (CGI) is the application of computer graphics to create or contribute to images in art, printed media, video games, films, television programs, commercials, videos, and simulators. The average person has probably only heard the term CGI in relationship to video games and movies, but it has wide applications to many fields.*¹⁴

W. Brown. 2015

Por outro lado, de acordo com a entrevista a João Marchante, a definição apresentada por Gordon (2016, s.p.) que sugere o conceito de 3D como a apropriação do eixo x y com a adição do z, não é integralmente verdade. Marchante aponta que na produção digital existem *software* de representação visual que são direcionados para a modelação de objetos e que representam a ideia global do conceito 3D. Contudo *software* de animação, por exemplo, como *Adobe After Effects* utilizam o eixo do z, da profundidade, para compor a cena, e não são diretamente focados na produção de conteúdo 3D.

¹⁴ T.L. As imagens geradas por computador (CGI) são a aplicação da computação gráfica para criar ou contribuir com imagens para arte, mídia impressa, videojogos, filmes, programas de televisão, anúncios televisivos, vídeos e simuladores. A pessoa comum provavelmente só ouviu o termo CGI relacionado o aos videojogos e filmes, mas tem amplas aplicações em muitos campos.

A construção de modelos tridimensionais baseia-se em conceitos reais de geometria. Na sua essência, os objetos são compostos por vértices, arestas e faces, e na sua composição podem ser gerados segmentos de reta, planos ou sólidos geométricos. Ao conjunto total de vértices existentes num objeto, dá-se o nome de geometria e de acordo com a figura 13, a sua densidade define a resolução do modelo tridimensional. Este tipo de construção, com base em vértices, arestas e faces dá-se o nome de *poligonal mesh*. Oferece ao utilizador um conhecimento amplo de construção tridimensional que é utilizado nos diversos *software*.

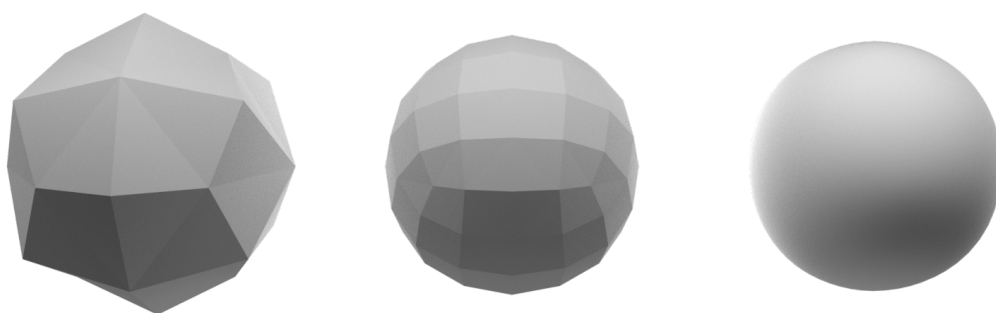


Fig. 13 – Exemplo de geometria de um modelo tridimensional (investigador, 2018)

Existe ainda um método de construção tridimensional a que se dá o nome de *nurbs*, e que é definido pela construção de superfícies geradas por equações matemáticas. A sua utilização é mais rigorosa e utilizada na produção de modelos para maquetes de produção industrial (Slick, 2017, s.p.). A relação entre a construção com base em polígonos ou em nurbs, pode ser observada na figura 14.

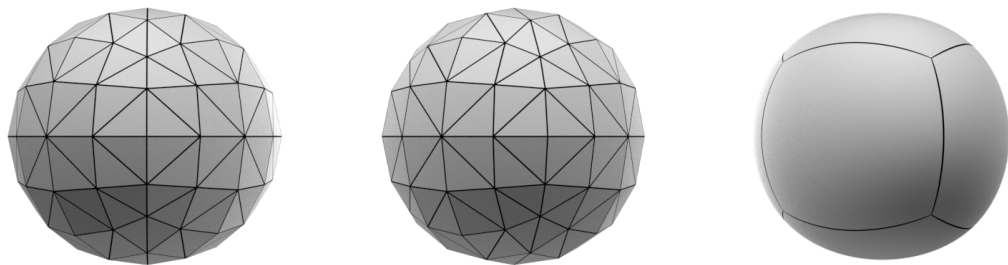


Fig. 14 – Exemplo da diferença entre a superfície poligonal e de nurbs (investigador, 2018)

De acordo com Price (2016) os fatores que conferem expressão à imagem produzida em três dimensões são a modelação de objetos, a texturização e a iluminação dos elementos. Price (2016), explica que:

“What are the basics? Well, they could be summed up as follows. Modelling an object by creating a cage and moving it about till it forms the shape of your object. Textures or materials to make the surface look real when it’s rendered, and lighting to create a pleasing final image when it’s rendered.

These are what you could call the three building blocks of 3D. Now when you get more advanced, you’ll learn about other stuff like animation or compositing, but 95% of what you want to make in 3D, we’ll use these fundamentals.”¹⁵

Price, 2016

¹⁵ T.L. “Quais são as bases? Podem ser resumidas como de seguida. Modelar um objeto ao criar uma rede, e movendo-a até atingir a forma do meu objeto. Texturas ou materiais para tornar a superfície real quando for renderizada, e a iluminação para tornar a imagem agradável depois de renderizada. Estes são os três grandes blocos do 3D. Estes são o que você poderia chamar de três blocos de construção do 3D. Agora, quando você for mais avançado, você aprenderá sobre outras coisas como animação ou composição, mas 95% do que você quer fazer em 3D, usaremos esses fundamentos.”

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Visual

A conjugação destes três fatores combina na criação de uma imagem tridimensional realista. A expressão da imagem, seja foto realista ou não, é o resultado da conjugação destes fatores que se completam à medida que a imagem se forma.

A modelação com base em polígonos ou *nurbs* permite criar modelos que podem ser transformados, através da sua translação, rotação ou escala. A texturização confere propriedades físicas de interação entre a superfície do objeto e a iluminação incidente. As superfícies do modelo podem reproduzir materiais que existem no mundo real e reagir de forma natural à incidência de luz. Desta forma, podem ser produzidas diversas variações de materiais, desde opacos, translúcidos, volumétricos ou refletivos. A iluminação provoca o efeito do prolongamento do espaço de modelação, uma vez que produz resultados de luz e sombra para criar a sensação de profundidade.

Com o avanço dos *software* de representação tridimensional, foram desenvolvidas funções que geram simulações de fenómenos reais da física, como refere Wong (2014). As simulações permitem criar objetos que se comportam como água ou outros fluídos, fumo, tecido e relações de física entre vários elementos de forma precisa e natural. A produção deste tipo de imagens oferece ao designer o controle de todos os elementos que compõem o resultado final. Desde a modelação, à texturização, passando pela iluminação e terminando na produção do render final.

A precisão da modelação tridimensional hoje é tão rigorosa que resultam em testes e experiências médicas simulados em modelos tridimensionais, representando o formato de órgãos humanos.

De acordo com Passini (2018, s.p.) a medicina tem vindo a realizar ensaios para medicamentos em animais, com o objetivo de simular procedimentos, métodos e resultados ou até riscos e efeitos secundários. Contudo, a utilização de testes com animais tem vindo a causar discórdia. A mesma autora apresenta exemplos de espécies como ratos, porcos ou cães, que são anualmente utilizados para testes a medicamentos cardíacos, e conclui ainda que o rigor do estudo não é definitivo, porque correspondem ao comportamento do organismo humano de 75 a 85% dos casos.

Contudo, o Departamento de Ciência Computacional da Universidade de Oxford tem testado modelos tridimensionais em formato digital para contrariar este problema. Este sistema representa com exatidão, 89 a 96% o comportamento do organismo humano, embora Passini (2018, s.p.) descreva que é um procedimento ainda pouco fiável. Confirma, no entanto, que o desenvolvimento da tecnologia digital no campo da medicina trás claras vantagens ao entendimento científico.

Descreve que se trata da avaliação de condições humanas e que, por isso, cada produto ou tratamento tende a reagir de forma diferente de utilizador para utilizador. Contudo, uma das importantes utilidades deste modelo, para além da facilidade de construção e de análise dos dados recolhidos, é a criação de sistemas aleatórios, que são submetidos a rigorosas variações de testes, afim de servir de estudo a uma futura investigação.

A utilização de sistemas de representação tridimensional tem também vantagens na produção de imagens para fins comerciais.

Na publicidade são demais os casos onde a presença de elementos gerados digitalmente assume a função de entregar a mensagem ao utilizador da forma mais original. Mesmo para comunicar mensagens simples, os designers produzem, junto com os publicitários, imagens que atingem o público pela estimulação visual, recorrendo a metáforas e exageros para provocar a atenção do leitor. Campanhas como a da JBL, representada na figura 15, utilizam a produção de imagens em 3D como forma de comunicação do seu conceito.

Apesar da mensagem ter várias outras formas de ser transmitida, a imagem utilizada, cumpre a sua função ao mostrar ao utilizador uma metáfora semelhante à realidade que este pode encontrar ao adquirir o produto. Ao recorrer a esta tipologia de representação, é possível jogar com o *mood* da imagem, os sentimentos dúbios dos personagens e ainda esconder elementos que surgem após uma segunda leitura, como são neste exemplo, os fones que o personagem central sugere estar a usar. Neste exemplo, tal como nas figuras 16, 17 e 18, a mensagem teria muitas outras formas de ser transmitida, mas a utilização de sistemas de representação tridimensional, revela-se a opção mais rentável ao nível dos processos de produção, uma vez que, por conseguinte, reduz os custos de produção e entrega ao cliente e ao utilizador um produto final com a mensagem focados no utilizador.



Fig. 15 – Campanha JBL 'Noise Cancelling Headphones', 2016

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.coloribus.com/ru/adsarchive/prints-outdoor/jbl-wife-daughter-16596615-22473465/>

"Eventually, all these technologies were included in commercial software packages that anyone could buy. The advances in hardware technology—especially the massive processing power of dedicated graphics cards—made it possible for anyone to have access to 3D rendering abilities that only a few years ago were exclusively reserved for production houses with huge render farms. Combined with mature off-the-shelf 3D software, this led to the commoditization of computer graphics. Now, anyone with talent, dedication, and a PC can create stuff at the same level as the best Hollywood blockbusters." ¹⁶

Díaz, J. 2017, s.p.

¹⁶ T.L. "Eventualmente, todas essas tecnologias foram incluídas em pacotes de *software* comerciais que qualquer um poderia comprar. Os avanços na tecnologia de hardware – especialmente o enorme poder de processamento das placas gráficas dedicadas – tornaram possível que qualquer pessoa tenha acesso a recursos de renderização em 3D que há apenas alguns anos eram reservados exclusivamente para agências de produção com grandes servidores de renderização. Combinado com o *software* 3D pronto para uso, isso levou à comodização da computação gráfica. Agora, qualquer um com talento, dedicação e um computador pode criar trabalhos ao mesmo nível dos melhores blockbusters de Hollywood."

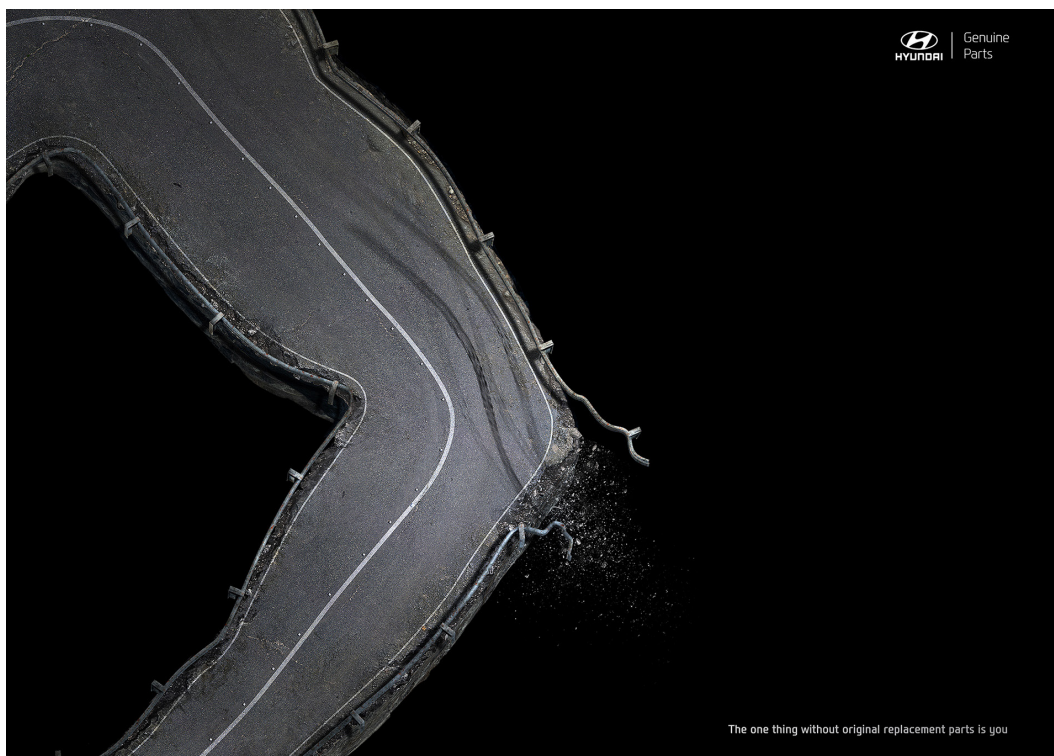


Fig. 16 – Campanha Hyundai 'Genuine Parts', 2018

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.behance.net/gallery/65647901/4am-Saatchi-Saatchi-Honduras>



Fig. 17 – Campanha 'SOS Mata Atlântica', 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.behance.net/gallery/53632779/DPZ-T-Brasil>

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Visual



Fig. 18 – Campanha Volkswagen 'No hands, no problem', 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.behance.net/gallery/54441405/DDB-Berlin>

Com base nas capacidades técnicas encontradas nos sistemas de representação tridimensional, é interessante apresentar o caso da comunicação visual da IKEA. É possível encontrar diversas vantagens que são valorizadas com a utilização de sistemas de representação tridimensional na comunicação visual para grandes audiências.

A marca de mobiliário IKEA apresenta diversos modelos de mobiliário por ano. Os catálogos que distribui aos seus clientes reúnem um conjunto de imagens tecnicamente muito complexas de produzir, na medida em que representam objetos ou combinações de objetos que, na maioria das vezes, variam entre cor, textura ou modelo. Ou seja, o leque de opções é variado e são possíveis de ser criadas inúmeras combinações e variações entre objetos de mobiliário ou de elementos de decoração. De acordo com Abbe (2012, s.p.), o volume de catálogos excede os 208 milhões por ano, tendo em conta várias edições anuais e com edições para diversos países. Ao analisar uma edição do catálogo da IKEA, para além da apresentação de objetos isolados ou conjugados, é interessante também estudar as imagens das divisões de interiores completamente mobiladas como representado na figura 19.



Fig. 19 – Divisão mobilada e decorada pela IKEA, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://www.ikea.com/pt/pt/ideas/201832_idip26a/

Desta forma, o utilizador é transportado para uma projeção aproximada das possibilidades que podem ser alcançadas ao adquirir a gama desses referidos produtos. Para a produção fotográfica dos catálogos, Abbe (2012, s.p.) aponta que são necessários cenários, os próprios objetos, equipamento de fotografia e operadores qualificados para essa função. O processo é lento e dispendioso de tempo e recursos. Por fim, quando a imagem de uma divisão é captada, é necessário criar uma outra divisão, que tem de ser novamente mobilada e decorada para que o processo se repita.

O processo de fotografia está lentamente a ser abandonado e a produção de cenários digitais tem tomado o seu lugar na criação de imagens para o catálogo editorial da marca sueca. Wilson (2014, s.p.) afirma que, em 2012, aproximadamente 25% das imagens para catálogo eram completamente digitais e que, em dois anos (2014) correspondiam a 75%. Abbe (2012, s.p.) descreve que o processo de fotografia é incomportável em relação à quantidade de variações que os modelos oferecem, face ao tempo e custos de produção. Sobre a descrição da transição entre métodos gráficos, Abbe (2012, s.p.) afirma que:

*"This means that the Swedish firm employs almost 300 people to produce the images for these catalogs, and, for the most part, it's been a massive photographic operation. In a gigantic studio, entire kitchens are built and torn down just for the sake of being photographed. As The Wall Street Journal reports, though, photography is being phased out in favor of images created digitally. The computer-generated images are remarkably similar to what you would get with good old fashioned light"*¹⁷

D. Abbe. 2012, s.p.

No caso da IKEA, cada vez mais, a transição entre a representação fotográfica está a ser substituída em função da utilização de sistemas digitais de representação tridimensional. Wilson (2012, s.p.) aponta que o efeito destas imagens é altamente semelhante à produção fotográfica. O mesmo autor, descreve a marca IKEA como a melhor produtora de efeitos visuais do mundo, ao apresentar ao público imagens onde a linha de perceção do real é muito ténue. Com base neste exemplo, é possível assumir que o problema do *'uncanny valley'*, se encontra praticamente anulado. A barreira do real e digital, de acordo com Wilson (2012, s.p.), tornou-se imperceptível, e tem apresentado claras vantagens práticas e económicas.

No mesmo campo, é interessante verificar que, com base na explicação de Chavez (2012, s.p.) o caso da comunicação do IKEA, cumpre uma das variáveis que definem o problema relacionado com o *big data*.

¹⁷ T.L. "Isso significa que a empresa sueca emprega quase 300 pessoas para produzir as imagens para esses catálogos e, a maior parte, tem sido uma massiva operação fotográfica. Num estúdio gigantesco, cozinhas inteiras são construídas e demolidas apenas para serem fotografadas. Como The Wall Street Journal diz, no entanto, a fotografia está sendo eliminada em favor de imagens criadas digitalmente. As imagens geradas por computador são notavelmente semelhantes ao que se obtém com a boa e antiga luz."

Tendo o volume de trabalho necessário para conseguir um determinado resultado, foi encontrada uma solução mais prática, onde o tempo de produção é reduzido e rentabilizado para produzir diversas soluções para o mesmo problema. A realização de uma imagem como a figura 16, utilizando o processo fotográfico, dependia da organização do espaço com os elementos reais que o constituem, assim como a alteração da iluminação em função dos pontos de vista fotografados. Através da renderização do espaço e dos elementos, a imagem pode ser alterada de forma mais prática e mais cómoda. A utilização de bibliotecas de móveis e elementos de decoração já produzidos e organizados, facilita a visualização do espaço e promove a utilização de perspetivas mais livres. O mesmo recurso permite que alterações mais simples, como a mudança de cor ou a variação entre a disposição dos objetos dentro do espaço, seja facilmente solucionada com as vantagens reconhecidas nos sistemas de representação tridimensional, nomeadamente pela mudança de textura dos objetos assim como a sua translação e rotação. Sobre a transposição da fotografia tradicional para a modelação tridimensional, Abbe (2012, s.p.) refere que neste termo, o papel do fotógrafo está lentamente a ser substituído pela produção inteiramente digital de peças gráficas.

Contudo, a mudança de fotografia digital para a adoção de renders tridimensionais só é possível se o resultado final se assemelhar à qualidade real dos elementos representados. Kushins (2014, s.p.) aponta que, por parte da IKEA, o objetivo sempre se mantém o mesmo com a transição de processos. Ou seja, a intenção da marca continua refletida perante a mudança de produção. A transição não corrompe o conceito, atuando pelo benefício de gerar maiores e mais variadas opções de comunicação.

Da mesma forma, no filme 'Avengers' de 2013, foi necessária a construção da cidade inteira de Nova Iorque (Wong, 2016). Por um lado, para o realizador era mais económica a ideia de construir uma réplica da cidade em formato digital em vez de ter de regravar múltiplos planos. Para a equipa de animação, tornou-se uma opção mais prática, uma vez que possuíam, assim, uma cidade inteira para poder criar efeitos mais complexos e dinâmicos, sem ter de depender de efeitos práticos e técnicas de gravação no local.

A utilização dos sistemas de representação tridimensional na digitalização da realidade veio reduzir a fronteira entre o real e o digital. Dessa forma, o acesso à exploração de ideias criativas inovadoras e nunca antes vistas foi tendo cada vez mais lugar para crescer e encontrou no cinema um veículo para apresentar ao público, experiências cada vez mais ilusórias do real.

2.3.3. Cinema como Instrumento de exploração de capacidades

A utilização de sistemas de representação tridimensional assumiu tanta importância na indústria cinematográfica, de acordo com Orfano (2011, s.p.) que já assume uma categoria de filmes só por si. Os filmes de animação apresentam ao espectador uma realidade utópica que não depende da presença de atores reais para conferir expressão à narrativa. O realizador assume o comando de todos os elementos que compõem o ambiente de animação, desde a identidade de personagens, locais, ritmos e efeitos especiais. A plasticidade, que é característica dos filmes de animação, permite a criação de realidades totalmente focadas no público a quem são destinadas. Contudo, como refere Orfano (2011, s.p.), a utilização de efeitos tridimensionais não é apenas confinada à produção de filmes de animação. Atualmente, os filmes designados por live action apresentam efeitos digitais que compõem grande parte da produção do filme. Com o desenvolvimento e inclusão de sistemas de representação tridimensional no campo do cinema, as narrativas sofreram claras alterações conceptuais, apresentando então personagens e elementos cada vez mais complexos. Warburton (2017) refere o início da utilização de efeitos digitais no cinema foi atribuído e lentamente gradual.

O efeito '*uncanny valley*', referido anteriormente, surge muito relacionado com a utilização de sistemas de representação tridimensional no cinema, onde ganhou maior força desde o início do século XXI. Uma vez que a tecnologia digital ainda estava a dar os primeiros passos, os efeitos produzidos eram também eles limitados. Os filmes passavam a relatar narrativas com pequenos detalhes visuais adicionados no processo de composição.

Por isso, Alan Warburton (2017) considera que o período onde existiam graves falhas de representação da realidade está a ser abandonado e a dar lugar a uma presença digital incluída na narrativa. No mesmo campo, Wong (2015) afirma que o cinema apresentava vulgarmente te efeitos digitais considerados pelo autor de irreais e pouco convincentes para o grande público, porque os próprios guiões sugeriam histórias insustentáveis e pouco credíveis. Wong (2015) afirma que os melhores efeitos são aqueles que não são detetados. Por exemplo, e segundo o mesmo autor, a criação de cenas com elevados custos de produção, como a presença de aviões ou com muitos figurinos, ou casos mais perigosos, como explosões ou acidentes com viaturas.

Com a utilização de efeitos tridimensionais, a produção torna-se mais prática, rápida e segura, e tendo em conta os custos de produção que são consequentemente mais reduzidos. A justificação de Orfano (2011, s.p.), quanto à utilização de efeitos digitais em filmes *live action*, sugere que:

*"CGI technology now has a lead over other special effect methods. Why? For one, CGI is not only safer, it's also cost-friendly and allows the filmmaker to have greater control over a production. Why risk someone's life with a mechanical effect if you can shoot it safely and quicker in a controlled environment with CGI? However, planning ahead of time before production, as is/was with mechanical special effects, is still a major factor to consider for any special effects supervisor."*¹⁸

Orfano, 2011, s.p.

O processo de produção de animações através de efeitos tridimensionais não se limita a ser utilizado só por si. É consequentemente combinado com as gravações dos atores reais em cena e resulta num arranjo, reconhecível ou irreconhecível, onde os efeitos digitais são aplicados. Denomina-se a este processo composição (Acuna, 2012, s.p.)

No entanto, ainda é válida a produção de efeitos reais em cena, juntamente com os atores, durante as filmagens. A utilização de efeitos práticos resulta na interação natural dos atores com os elementos e com o ambiente envolvente.

Um exemplo da transição de efeitos práticos para efeitos digitais, remonta a 1993, quando Steven Spielberg assumiu a realização de 'Jurassic Park'. A utilização de efeitos práticos traduzia-se na construção de máquinas semelhantes aos dinossauros reais, que simulavam qualquer necessidade criativa do realizador, apesar de já existirem *software* de representação tridimensional associados ao cinema (Huls, 2013, s.p.). Do ponto de vista do realizador, a utilização dessas máquinas resultava na relação direta entre os atores e os dinossauros.

Deste modo, para efeitos de filmagem eram utilizados modelos reais, articulados e animados por um assistente de personagens, designados por animatronics. Outro exemplo da utilização deste sistema, encontra-se no filme do mesmo realizador, 'Jaws', de 1975, cuja produção de efeitos se traduziu apenas na construção destes modelos práticos. No caso do 'Jurassic Park', a utilização de animatronics assumiu a representação dos dinossauros durante o início da produção do filme. Contudo, de acordo com Acuna (2014, s.p.) a apresentação dos animais de maior porte ou com tipos de movimento mais complexos necessitava de outro tipo de efeitos. Teve que ser encontrado um compromisso entre a dinâmica da narrativa, que tinha de respeitar

¹⁸ "A tecnologia 3D agora tem uma vantagem sobre outros métodos de efeitos especiais. Porquê? Por um lado, o 3D não é apenas mais seguro, também é económico e permite que o realizador tenha maior controle sobre a produção. Porquê arriscar a vida de alguém com um efeito prático se pode produzir de forma segura e rápida num ambiente controlado com 3D? No entanto, o planeamento antecipado antes da produção, como é/foi com efeitos especiais práticos, ainda é um fator importante a considerar para qualquer supervisor de efeitos especiais."

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Visual

a anatomia dos dinossauros, e os meios disponíveis para a representação da história. Foram então adotados efeitos digitais para simular determinadas cenas que seriam praticamente impossíveis de serem feitas de outra forma.

A produção dos modelos tridimensionais do filme esteve a cargo do estúdio de efeitos especiais ILM, uma agência que se especializou na realização de modelos digitais para filmes e anúncios televisivos. Os desenhos e maquetes produzidas, representados na figura 20, pela escola de efeitos especiais Stan Winston que foram usados em live action serviram de modelo para a equipa de efeitos especiais criar os objetos 3D no *software* digital, como apresentado na figura 21.

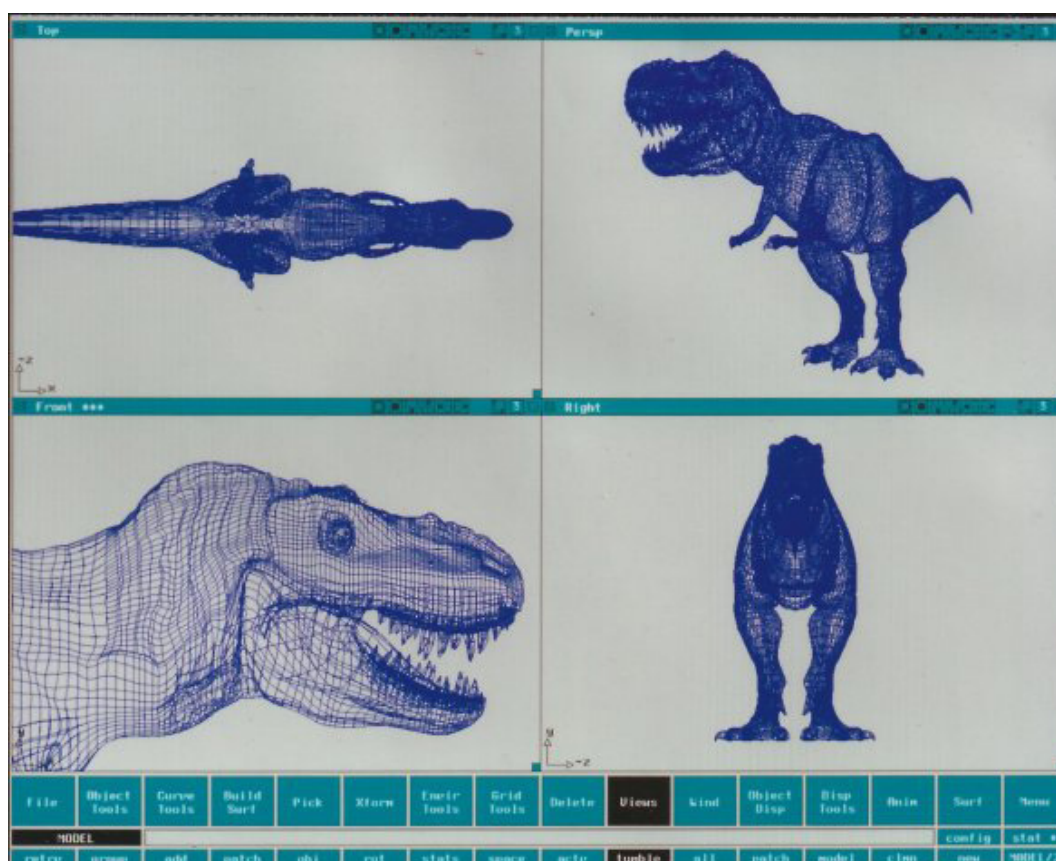


Fig. 20 – Modelo tridimensional de T-Rex na produção de 'Jurassic Park', s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<http://jurassicpark44.org/2016/06/20/jurassic-june-2016-imagem-20/>



Fig. 21 – Animatronic de T-Rex em cena na produção de 'Jurassic Park', s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<http://ellatigodigital.com/espectaculos/steven-spielberg-el-director-mas-exitoso-de-hollywood/>

Acuna (2014, s.p.), sobre a transposição das maquetes dos dinossauros para o ambiente digital, explica que:

*"In order to get it into the computer we actually fire a laser at the three- dimensional rubber prosthetic model and extract the data so the computer had it essentially," says Williams. Williams explains it's like the opposite of 3-D printing with them taking an object and turning it into data."*¹⁹

Acuna, 2014, s.p.

Os dinossauros digitalizados precisavam, depois, de ser articulados através de um conjunto de bones, que permitem ao animador mover conjuntos de objetos proporcionalmente consoante a estrutura óssea e sistema muscular do animal. À estrutura final que controla o modelo, dá-se o nome de rig, à semelhança de um boneco articulado. (Acuna, 2014, s.p.) Apesar do filme conter apenas 14 minutos onde aparecem estes animais, de acordo com Acuna (2014, s.p.), apenas 4 minutos têm dinossauros produzidos e animados em três dimensões.

A necessidade deste tipo de representação revelou-se a melhor opção para vários momentos do filme na medida em que a produção de movimentos rápidos como os Velociraptors, ou a cena inicial do Brachiossauro não seriam possíveis com a utilização de efeitos práticos. (Acuna, 2014, s.p.).

Em 2009, foi atingido outro grande marco na utilização da animação digital em três dimensões com o filme 'Avatar', sob orientação do seu realizador James Cameron. Até então, e relembando o exemplo anteriormente referido, o processo de realização de um filme com efeitos produzidos digitalmente dependia desses mesmos efeitos em bruto e das filmagens com os atores em cena. Em 'Avatar', foi introduzida uma importante melhoria a esse sistema de realização. Segundo Johnson (2009, s.p.) o realizador deu um passo mais à frente na área cinematográfica ao investir em tecnologia de ponta para produzir mundos digitais, personagens e toda a atmosfera que o espectador sente ao assistir ao filme. Para Johanson (2009, s.p.) a produção digital emprega uma grande importância e confiança na produção digital. Explica que:

*"Cameron spent much of his own time and a significant amount of money upgrading the systems used for 'Avatar', but he hasn't just used 3D for the computer-generated portions of the film: new techniques were also created for the live action parts."*²⁰

Johanson, 2009, s.p.

¹⁹ T.L. "Para os introduzir no computador, na verdade, disparamos um laser no modelo de prótese de borracha tridimensional e extraímos os dados para que o computador o capte essencialmente", diz Williams. Williams explica que é como o oposto da impressão 3-D com eles pegando um objeto e transformando-o em dados."

²⁰ T.L. "Cameron passou grande parte de seu tempo e uma quantia significativa de dinheiro para actualizar os sistemas utilizados em 'Avatar', mas ele não usou apenas o 3D para as partes geradas por computador do filme: novas técnicas também foram criadas para as partes de ação ao vivo."

De acordo com Johanson (2009, s.p.), aproximadamente 70% do filme foi produzido de forma digital graças à introdução do *real time rendering* na gravação das cenas. A partir de então, os atores interagiam entre si, como personagens, enquanto a câmara captava o ambiente digital à sua volta, e a partir de um canal em tempo real, o diretor podia prever uma simulação em baixa qualidade de como a cena seria antes de esta ser renderizada. Johanson (2009, s.p.) acrescenta sobre a produção das cenas com os atores:

"Motion capture makes 3D much easier, not just because it allows filmmakers to add the special effects later, but also by letting them position the "camera" (actually a viewpoint from inside the virtual world), wherever they want. If the director wants to shift the angle to the left or right, it's done with a click of the mouse and the computer then works out what it would look like." ²⁰

Johanson, 2009, s.p.

Wong (2014) refere que uma das práticas que têm sido criticadas na animação para o cinema, e que está diretamente ligada com o *'uncanny valley'*, é a falta de peso dos personagens animados. No filme *'Avatar'*, James Cameron utilizou a tecnologia designada de *motion capture* que permite que atores reais interpretem personagens animados. O efeito é criado através de um sistema de triangulação de pontos desenhados na cara e na roupa dos atores, como exemplifica a figura 22, que são registados por uma série de câmaras e sensores de localização que mapeiam os movimentos, aplicam essa informação num sistema tridimensional e uma simulação do movimento do personagem é gerada em conjugação com o sistema *real time rendering*, referido anteriormente.



Fig. 22 – Conjunto de Captação de movimento e a transposição para o modelo tridimensional, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://heterotopie.net/corps-en-transparence/>

Utilizando o mesmo sistema Johanson (2009, s.p.), explica que as expressões faciais dos personagens também foram geradas da mesma forma. Refere que:

*"Cameron also attempted to crank up the realism by improving the way the suits captured the actors' facial expressions, using a skull cap with a camera enhancement that closely monitored their eyes, mouth and other small movements."*²¹

Johanson, 2009, s.p.

Os rostos dos atores foram mapeados de acordo com a mesma tecnologia de captação de movimento. De acordo com Blichert (2017, s.p.), a definição do rosto humano e a sua aplicação no modelo tridimensional não se restringem pelos detalhes do ator, como tom de pele, mas pela proporção entre os elementos da face, como os olhos ou a expressão da boca. Como apresentado na figura 23, o resultado final assemelha-se à caracterização dos atores com maquilhagem. No entanto, a imagem foi gerada digitalmente e mapeada conforme os atores.

O cinema permitiu que os sistemas de representação tridimensional quebrassem a barreira do 'uncanny valley', apresentada por Mashimo Mori, ao expor exemplos que refletem os avanços na transcrição da realidade. Com a introdução de mecanismos de interação entre os atores e o mundo digital, como o *motion capture* ou o *real time rendering*, o cinema cimentou a sua capacidade de captar o mundo real e abriu o espectro à representação de imagens que são o resultado de ideias criativas. O entendimento através da imagem é agora mais amplo e a utilização de sistemas de comunicação tridimensional encontra novas áreas para provocar a compreensão na comunicação visual.

²¹ T.L. "Cameron também tentou aumentar o realismo ao melhorar a forma como os fatos captavam as expressões faciais, usando um capacete com uma camera melhorada que monitorizava os detalhes dos olhos, boca e outros pequenos movimentos."



Fig. 23 – Resultado final, após captação, renderização e edição de personagens em 'Avatar', s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://variety.com/2016/film/news/james-cameron-avatar-1201753774/>

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Científica

2. 4. Representação Tridimensional na comunicação científica

A ciência tem vindo a encontrar cada vez mais explicações e razões para os mais diversos fenómenos. Novas ideias, métodos e tecnologias são diariamente introduzidas na ciência e, como resultado, é necessário organizar, compilar e disseminar informação. A ciência encontra no design de informação um veículo de propagação do conhecimento e utiliza os seus meios para chegar de formas diferentes, a públicos diferentes. Existem, então, casos representativos da utilização de sistemas de representação tridimensional para a comunicação visual de ciência.

2.4.1. Exploração de Conceitos Microscópicos

A representação visual do ADN foi encontrada pela primeira vez em 1962, pelo grupo liderado por Rosalind Franklin, apesar da molécula já ser de conhecimento científico desde 1869 (Rettner, 2017, s.p.). A estrutura em forma de double helix foi desenhada como esboço pela investigadora e foi, anos depois com o aparecimento do computador, digitalizada num modelo tridimensional. A representação do genoma que existe hoje é associada a uma molécula com 2 nanómetros de largura, mais pequena que o comprimento de onda de um feixe de luz. (Debczack, 2017, s.p.).

De acordo com Rettner (2017, s.p.), a composição do genoma é definida pela presença de quatro moléculas designadas de nucleótidos, contendo cada uma das funções específicas na construção da molécula principal, podendo variar de posição entre si e, dessa forma, gerar diversidade na vida.

Do ponto de vista prático a representação de algo que não é perceptível, mas existe, é a forma de comunicação científica para o grande público. Como é visível na figura 24, a representação não tem bases fotográficas e é resultado da especulação entre a ciência e o design.



Fig. 24 – Render do genoma do ADN, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://artlawandmore.com/2015/10/14/can-dna-help-combat-art-forgery/3d-render-of-dna-structure-abstract-background/>

2.4.2. Ponte entre o Design Visual e Ciência

No filme de ficção científica '*Interstellar*' (2014), dirigido por Christopher Nolan, é representada a história de um grupo de astronautas que percorrem o universo à procura de um novo planeta para a colonizar (Collins, 2015, s.p.). Aquando do avanço na narrativa, é representado um buraco negro, chamado de *Gargantua* e que assume a tensão climática do filme. O realizador Christopher Nolan, conhecido pela utilização de efeitos práticos nos seus filmes, conduziu as gravações em espaços reais, utilizando diferentes localizações para representar diferentes momentos do filme. Contudo, devido à inexistência de imagens reais do fenómeno espacial, Nolan utilizou tecnologias de representação tridimensional para gerar as imagens do buraco negro.

Existem imagens que apresentam a presença e forma desses fenómenos no espaço, mas não são significativos para serem apresentados com a qualidade que o cinema exige, e funcionam como documento científico. Na figura 25 encontra-se a primeira representação científica do fenómeno natural. A imagem foi gerada através de processos matemáticos e digitais, pelo cientista Jean-Pierre Luminet e pela sua equipa em 1979. (Dent, 2017, s.p.)

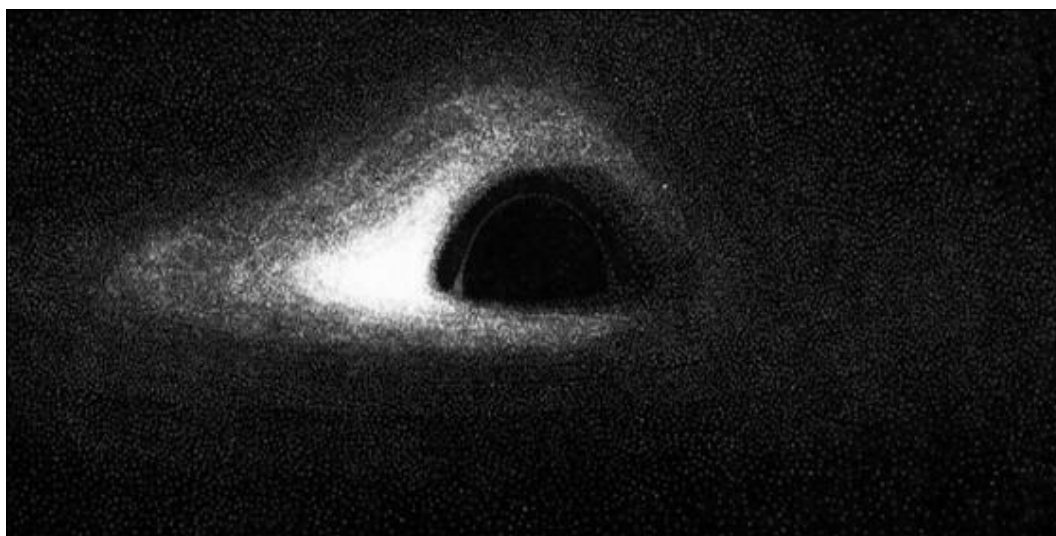


Fig. 25 – Primeira simulação do fenómeno do buraco negro, 1979

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<http://www.periodistadigital.com/longevidad-y-criopreservacion/ciencia/2018/08/06/esta-es-la-primera-imagen-que-conseguimos-de-un-agujero-negro.shtml>

Ao realizador, coube a responsabilidade de apresentar ao espectador a sensação de presenciar esse fenómeno por si mesmo.

Do ponto de vista científico, é tomada a iniciativa de representar um fenómeno que ainda não está explorado de forma tão real e gerar material para a disseminação da área. A comunidade científica, de acordo com Kramer (2016, s.p.), conta com recursos que não são precisos o suficiente para apresentar conclusões visuais convincentes. Imagens como a representação digital, consultar figura 26, apresentam pistas aos cientistas, mas não representam importância ao público geral. Toda a comunicação do filme, sejam diálogos ou os fatos dos astronautas, foram pensadas para transmitir confiança ao espectador, dar a sensação que o que estava a ser transmitido era uma representação do mundo real (Nolan, 2014).

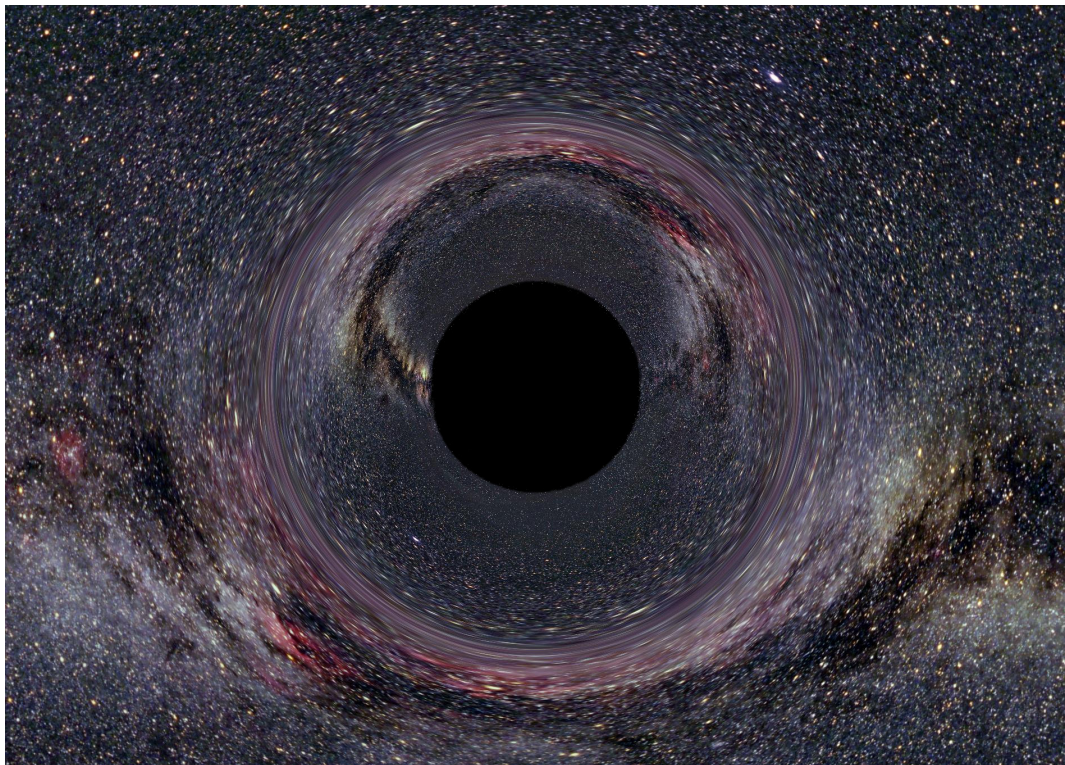


Fig. 26 – Simulação fotográfica do fenómeno do buraco negro, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Hole_Milkyway_Event_Horizon.png

Dessa forma, a presença dos efeitos teria de ser tão real quanto o resto do filme. O estúdio de efeitos especiais Double Negative ficou encarregue dos planos espaciais e das visualizações do buraco negro. Foram usados conhecimentos matemáticos do astrofísico Kip Thorne, que ficou cometido à construção dos factos científicos que conduziram a realização dos efeitos especiais. Thorne desenvolveu equações que provaram a deslocação da luz ao incidir no buraco negro. Thomas (2014, s.p.) afirma que:

"The visual effects department under Paul Franklin and everybody at Double Negative, took Kip's mathematical data and they created real visual representations of what a black hole is meant to look like." ²²

Thomas. 2014. s.p.

Após a conclusão dos efeitos e de toda a descoberta relacionada com a ciência e com os efeitos digitais, foi produzido um *paper* científico²³ para divulgar os conhecimentos gerados pela construção do modelo digital. Atualmente, os renders utilizados no filme, são utilizados em universidades como auxiliar visual.

Este caso demonstra mais do que a importância da utilização de efeitos especiais como forma de produção de realidades, mas também como os sistemas de representação tridimensional assumem importância na comunicação de conceitos científicos ao público. Collins (2015, s.p.) refere-se aos efeitos de '*Interstellar*' como a construção da ponte entre a arte e a ciência.

Da mesma forma, Warburton (2017) aponta sobre o desenvolvimento da computação tridimensional que o caso do '*Interstellar*', assim como o ADN, fazem parte de uma categoria denominada de fotorrealismo teórico. Descreve sobre a definição que, teorias matemáticas com fundamentos testados e validados podem ser sujeitas à interpretação visual por parte de artistas digitais. De acordo com o autor, a representação do buraco negro apresentado no filme expõe um fenómeno cientificamente comprovado, mas nunca observado ou captado por uma imagem conclusiva. A interpretação do conceito é apresentada como uma simulação visual, não como uma prova real. Da mesma forma, Diaz encontra a definição para o conceito do fotorrealismo teórico.

²² T.L. O departamento de efeitos visuais sob tutela de Paul Franklin e todos na Double Negative, tomaram dados matemáticos de Kip e criaram representações visuais reais do que é um buraco negro se parecer.

²³ Gravitational lensing by spinning black holes in astrophysics, and in the movie '*Interstellar*', publicado por Oliver James, Eugenie von Tunzelmann, Paul Franklin, Kip S. Thorne a 13 de fevereiro de 2015. Cornell University, Nova Iorque.

“Warburton juxtaposes the post-truth phenomenon with something he calls ‘theoretical photorealism.’ This is the use of CGI to illustrate a phenomenon that has never been observed, like when a physicist and a visual effects team used theoretical models and data to render a black hole in Christopher Nolan’s movie ‘Interstellar’. The paradox here is that science is using CGI to bring reality to things that, until now, were only visible through mathematical formulas—while elsewhere, people are calling out real imagery as CGI.”²⁴

Diaz. 2017, s.p.

Desta forma, a conjugação da equipa constituída por Christopher Nollan, Kip Thorn e a equipa visual da *Double Negative*, traduziu-se no avanço da própria tecnologia digital de criação de conteúdos. A renderização utilizada no filme pode ser observada na figura 27.

No mesmo contexto, a utilização de sistemas de representação tridimensional permite que conceitos complexos possam ser visualmente constatados e observados através da interação com modelos digitais.



Fig. 27 – Gargantua. Filme ‘Interstellar’, 2014

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://theconversation.com/interstellar-gives-a-spectacular-view-of-hard-science-33991>

²⁴ T.L. Warburton justapõe o fenómeno pós-verdade com algo que ele chama de “fotorealismo teórico”. Este é o uso de CGI para ilustrar um fenómeno que nunca foram observados, como quando um físico e uma equipa de efeitos visuais usaram modelos teóricos e dados para renderizar um buraco negro no filme de Christopher Nolan ‘Interstellar’. O paradoxo aqui é que a ciência está a usar o CGI para trazer realidade para coisas que, até agora, só eram visíveis através de fórmulas matemáticas – enquanto noutros outros lugares, as pessoas confundem imagens reais como CGI.

2.4.3. Exploração Tridimensional de Desafios Bidimensionais

De acordo com a *Scientific American* (2015, s.p.), ao longo da história, o planeta terra tem sido estudado e planificado de várias formas por cartógrafos, mas nenhuma representação realmente define sem falhas de distorção, as proporções reais do globo terrestre. Como refere John Harris (2016, s.p.), o matemático alemão Karl Friedrich Gauss provou matematicamente que não é possível planificar uma esfera. Desta forma, as representações de mapas que são conhecidas hoje, não são consideradas representações fiéis e precisas do planeta Terra, e são, por isso, designadas por projeções (Scharping, 2016, s.p.). Estas projeções surgem da apropriação de sólidos geométricos simples, possíveis de ser planificados, e a transposição de pontos do globo, para esse sólido, como representado na figura 28. Com base neste método, a planificação do solido envolvente apresenta a projeção da esfera num plano. Contudo e apesar de inúmeras tentativas, nenhuma projeção cumpre com precisão a representação do globo. Apresentam falhas de escala, proporção ou forma, conclui Scharping (2016, s.p.).

A representação mais utilizada, segundo John Harris (2016, s.p.) é o mapa que utiliza a projeção de Mercator. Desenvolvida por Gerardus Mercator, apresentar o globo projetado num cilindro regular (Encyclopedia Britannica, 2018, s.p.). Como afirma Dogson (2017, s.d), este modelo apresenta falhas claras na representação da Europa e da América do Norte, aumentando exageradamente a sua proporção em relação a África e a América do Sul. John Harris (2016, s.p.) aponta o exemplo da falha na proporção entre a Islândia e África que aparentam ser de proporções semelhantes, mas na realidade, África corresponde a aproximadamente 14 vezes o tamanho da Islândia. A sua apresentação deve-se á transformação das linhas meridianas em linhas paralelas, o que resulta numa distorção acentuada nos hemisférios norte e sul. Este método de planificação foi utilizado pelos marinheiros para unificar rotas entre diferentes países. Com base nesta projeção, os navegadores podiam planificar as rotas, definidas por Queiró (2002, p.1.) como curvas loxodrómicas, e navegar não pelo trajeto mais rápido, mas pelo mais seguro de orientar. As linhas loxodrómicas são caracterizadas por acompanhar a superfície de uma esfera, intercetando *círculos maiores* coincidentes em vértices opostos, num ângulo constante, como representado na figura 29. De acordo com figura 30 encontra-se a transposição de dois trajetos. A imagem à esquerda apresenta o trajeto representado sobre o globo terrestre e à direita a tradução com base na projeção de Mercator.

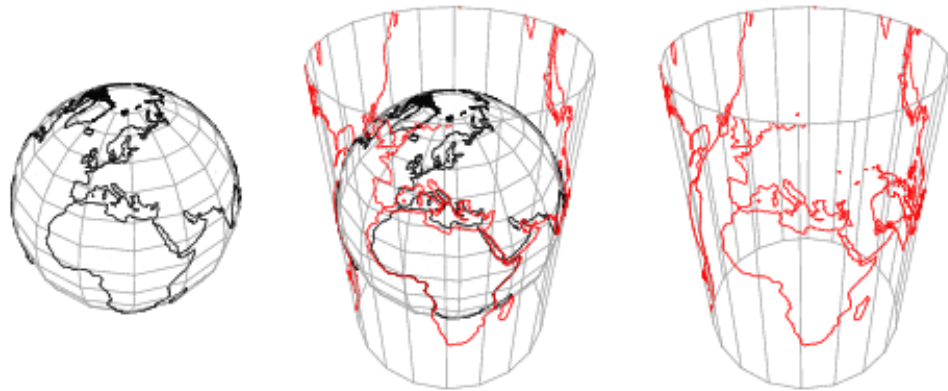


Fig. 28 – Verificação do modelo de Mercator, 2018

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:
<http://mathworld.wolfram.com/MercatorProjection.html>

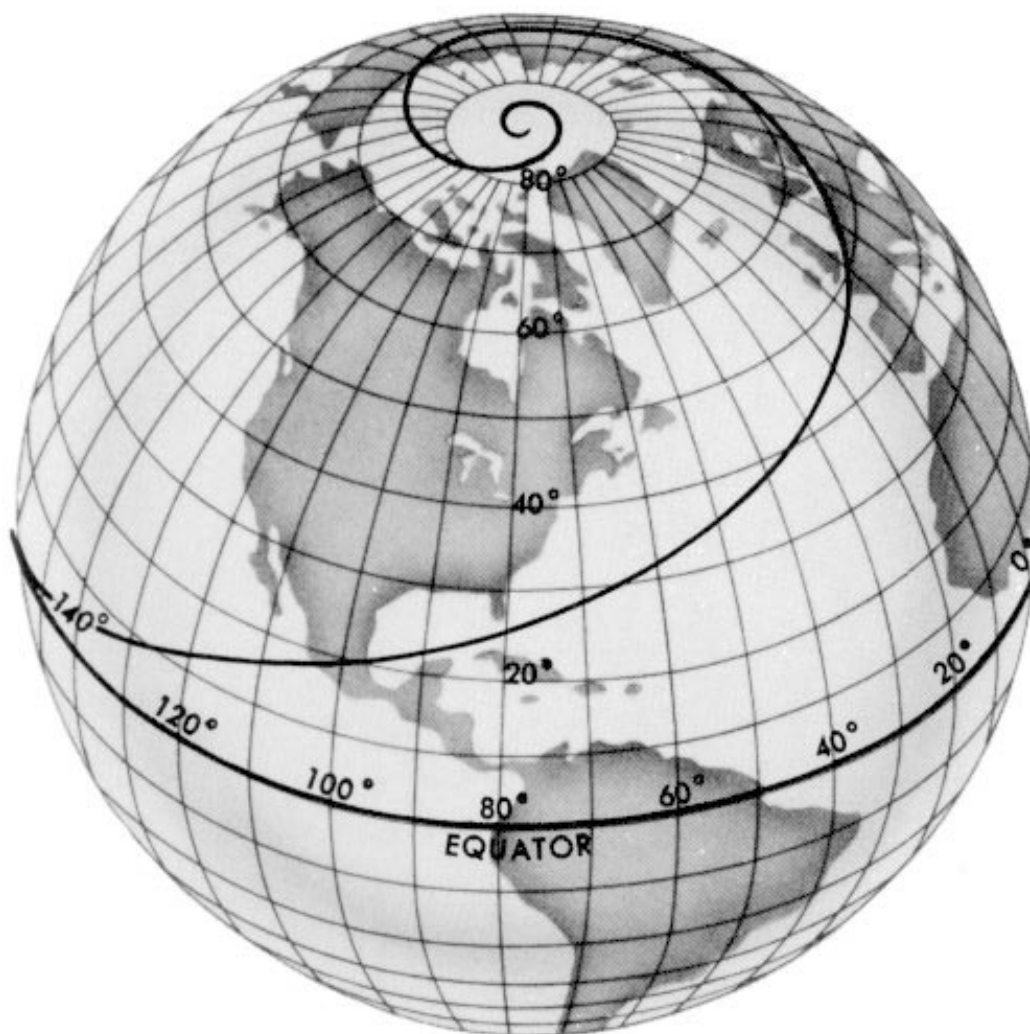


Fig. 29 – Curva Loxodrómica tangente a um objeto esférico, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/209e/aa61807d673e670fd692983e0645cfbf8ed5.pdf>

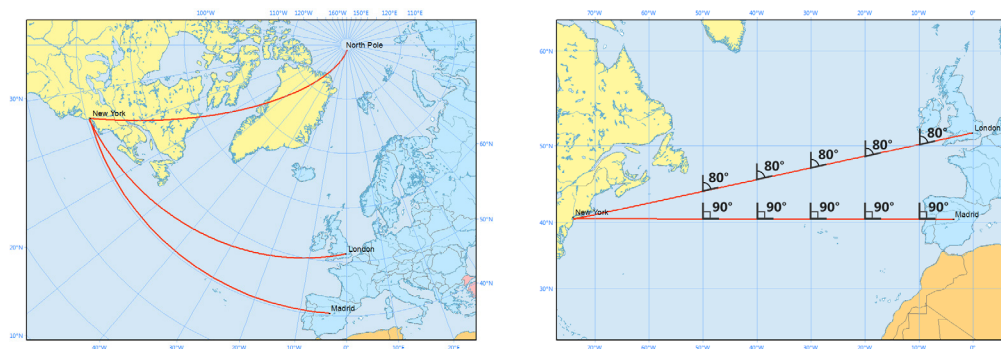


Fig. 30 – Planificação da curva loxodrômica, 2018

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://gisgeography.com/rhumb-lines-loxodromes/>

Com base na projeção de Mercator, a navegação entre o ponto de partida e o ponto de chegada será sempre com o rumo de um ângulo constante de cada vez que passa por um meridiano, ou seja, é apenas necessário saber o ângulo da rota para chegar ao destino.

Contudo, no contexto da representação tridimensional, é possível encontrar a resposta mais aproximada para uma planificação esférica. Recorrendo a uma imagem equirectangular é possível envolver uma esfera com a textura do planeta terra. A imagem equirectangular consiste numa imagem que contém informação visual da representação 360.º no eixo horizontal e 180.º no eixo vertical, e que resulta numa imagem com proporção 2:1. Este formato de imagem apresenta uma reprodução de um espaço esférico que pode ser aplicado num objeto tridimensional. Deste modo, é possível transferir a projeção do globo terrestre e aplicar numa imagem equirectangular, como apresentado na figura 31.

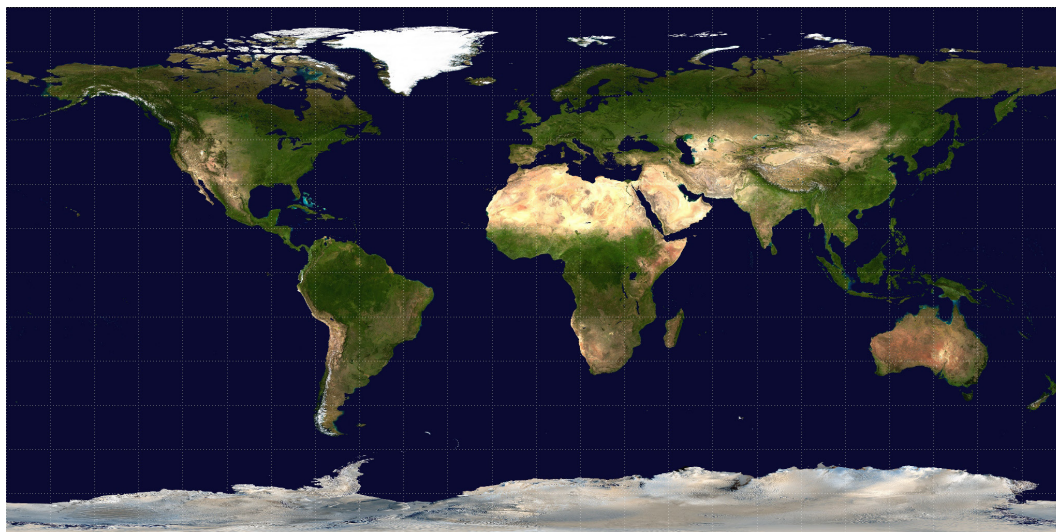


Fig. 31 – Planificação equirectangular do globo terrestre, 2015

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Equirectangular-projection.jpg>

O resultado é uma representação perfeita do globo, sem distorções, quando aplicada no modelo tridimensional.

Deste modo, pode-se verificar que, recorrendo a sistemas de representação tridimensional é possível visualizar informação visual num objeto esférico.

A projeção apresenta falhas claras na medida que distorce a imagem a partir das linhas que definem suas metades horizontais e verticais. Contudo, assumindo que, como aponta Harris (2016, s.p.), não é possível planificar uma esfera, a utilização de uma imagem de formato equirectangular na conjugação de *software* de modelação tridimensional, é possível representar pontos do globo com precisão.

2.4.4. Comunicação visual da NASA e a Importância da Imagem

Mann (2014, s.p.) refere que tirando raros casos, a observação de fenómenos espaciais é muito limitada para o olho humano. Explica que, cada nova descoberta precisa de ser textualmente explicada em *papers*, na sua composição passando pelos pontos essenciais do processo, como a ideia, o método e os resultados. Mas existe a necessidade de ser visualmente ilustrada por uma renderização de um artista de acordo com o autor referenciado. Por um lado, faz-se sentir a necessidade, a curiosidade de entender não só o espaço, mas o mundo que nos rodeia. Nesse campo os cientistas assumem a responsabilidade de chegar até à informação, estudá-la e chegar a conclusões como forma de *papers*, artigos ou palestras. Por outro, a informação recolhida precisa de ser transmitida para o público que precisa de acompanhar os avanços da ciência. As imagens assumem a importância de colocar o público em comparação com os factos recolhidos, mas não se limitam a exposição de um fenómeno. Também têm a importância de explicar métodos científicos ou abordagens de forma sequencial, funcionando assim como uma infografia. É por isso importante que a imagem final representa não só a realidade (ou uma aproximação) mas que seja perceptível pelo público. Neste campo, a comunicação assume a importância de trazer até ao público os resultados em forma de imagem ou animação. Mann (2014, s.p.) aponta que a responsabilidade dos artistas que produzem este tipo de conteúdo passa por atingir o equilíbrio entre a beleza visual e a precisão científica.

Um exemplo prático da divulgação visual de ciência é a comunicação da NASA. Segundo Brenda Ekwurzel (2016, s.p.) a NASA é vulgarmente reconhecida pelos feitos astronómicos que deram os primeiros passos para a exploração espacial. Contudo, os seus esforços propagam-se à inclusão e entendimento da ciência nas suas áreas.

Ao longo da história da NASA, são vários os casos onde a representação tridimensional assumiu a importância da comunicação visual. Casos onde a tecnologia fotográfica não alcança a distância ou a qualidade para fotografar planetas ou representar a sua superfície são solucionados com a utilização de animações ou renders tridimensionais, como representado na figura 32, 33 e 34. A utilização de tecnologia de representação tridimensional neste campo, faz parte da dimensão denominada por foto realismo teórico, assim classificado por Warburton (2017) anteriormente. Assim como o *Gargantua* de '*Interstellar*', as pistas que fundamentam um facto são a base para designers poderem simular conceitos de uma realidade invisível. Mann (2014, s.p.) ilustra com o caso da sonda Kepler que recentemente descobriu um planeta que a NASA reconhece como um parente do planeta terra, sendo de acordo com Culler (2017, s.p.) o primeiro planeta habitável em órbita de outra estrela e chamado Kepler-186f.

Contudo, Mann (2014, s.p.) explica que não existem recursos que permitam fotografar diretamente o planeta e, por isso, tornou-se necessária a colaboração com artistas visuais para recriar o corpo celeste. Segundo Hurt (2014, s.p.) a informação atribuída era escassa e teria que aproximar o render final à semelhança do planeta terra. O mesmo aponta que:

*"The science visualization process is always starting with one or two data points and trying to make an engaging illustration."*²⁵

(Hurt. 2014, s.p.)

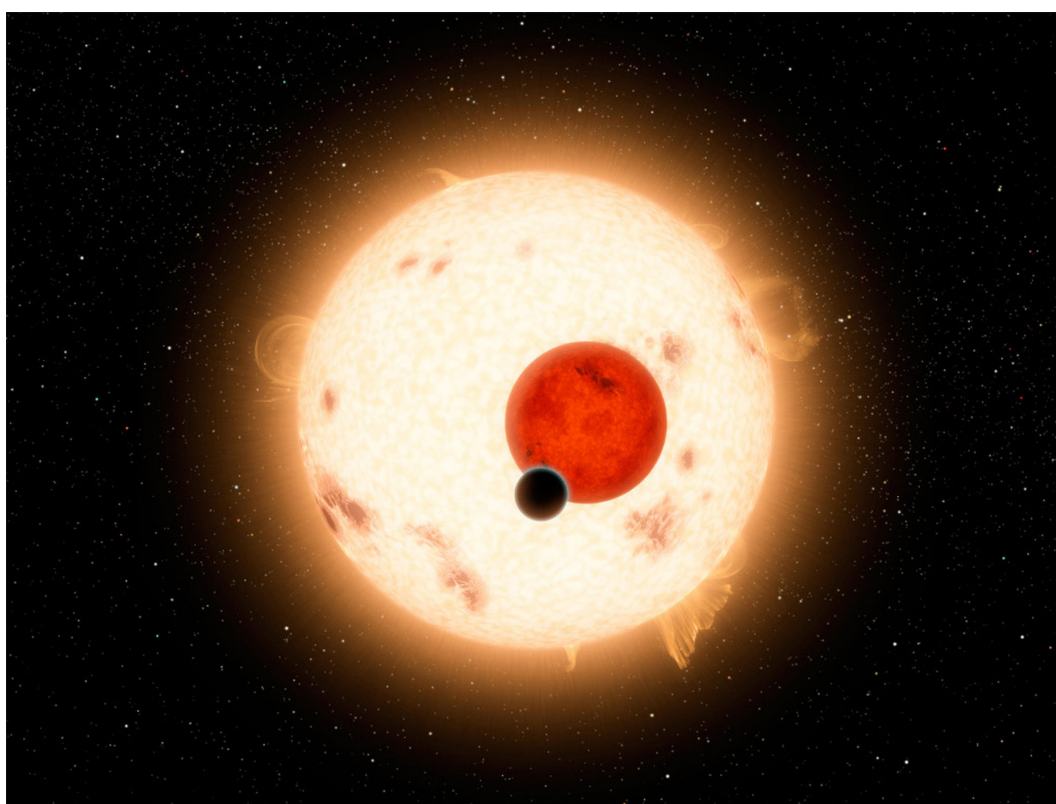


Fig. 32 – Projeção de planeta em órbita de 2 sóis, 2012

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.space.com/12986-photos-nasa-tatooine-planet-2-suns-kepler.html>

²⁵ T.L. O processo de visualização da ciência começa sempre com um ou dois pontos de dados e tentando produzir uma ilustração interessante.

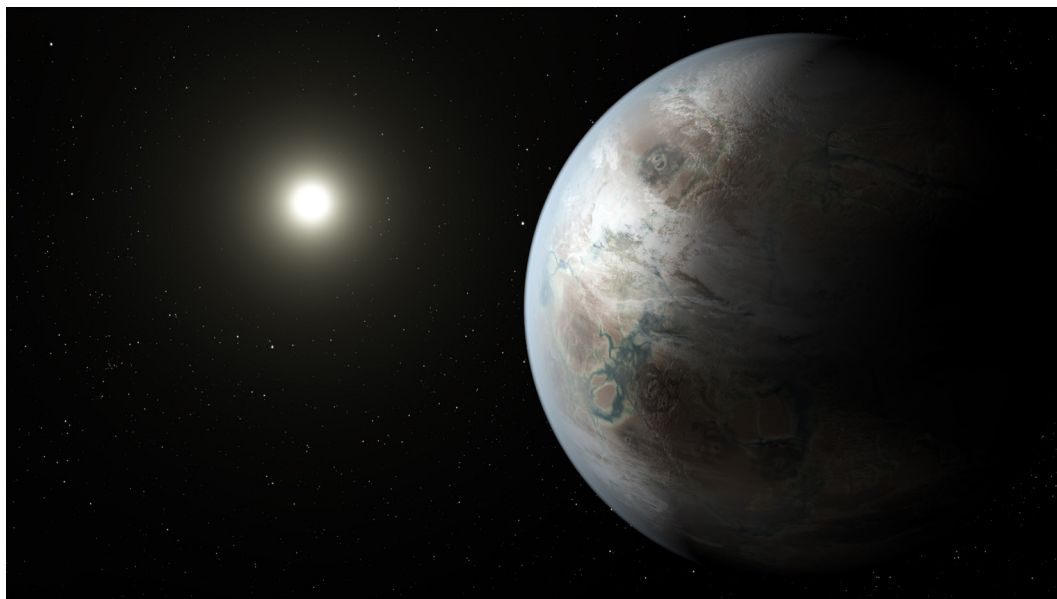


Fig. 33 – Possível aparência do planeta Kepler-452b, 2015

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/452b_artistconcept_beautysht.jpg

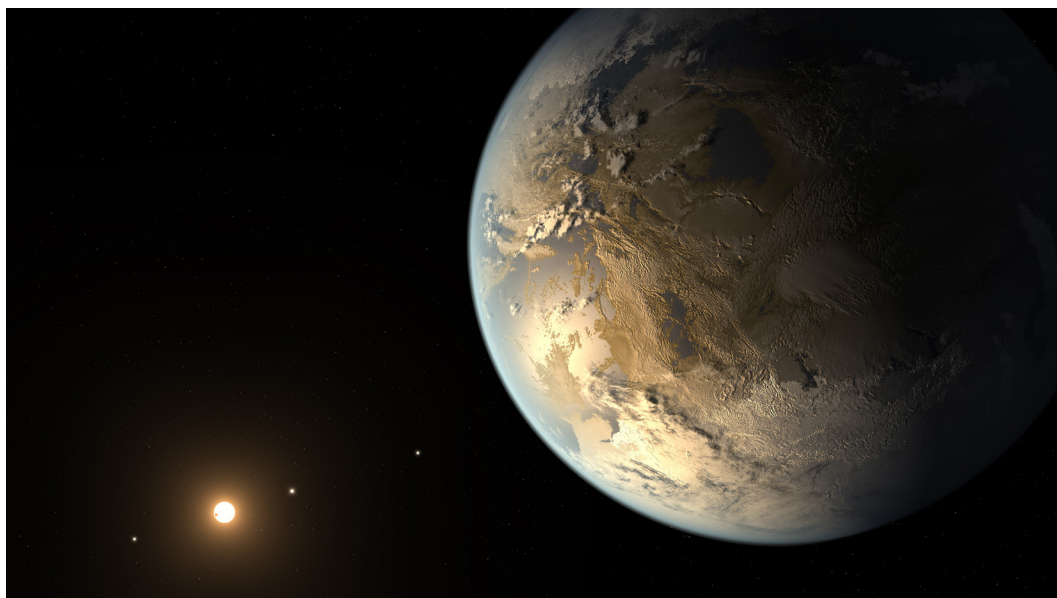


Fig. 34 – Renderização do planeta Kepler 186-f, 2014

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Kepler-186f#/media/File:Kepler186f-ArtistConcept-20140417.jpg>

Enquadramento Teórico

Representação Visual na Comunicação Científica

A sua utilização revela-se precisa na exposição de métodos, como exemplificado na figura 35. A apresentação de processos sequenciais torna o entendimento literal e mais orientado para a ordem dos processos, tendo em conta a exploração de cada processo. Contudo, os processos tornam-se cada vez mais complexos e assim, a infografia também precisa de se adaptar.

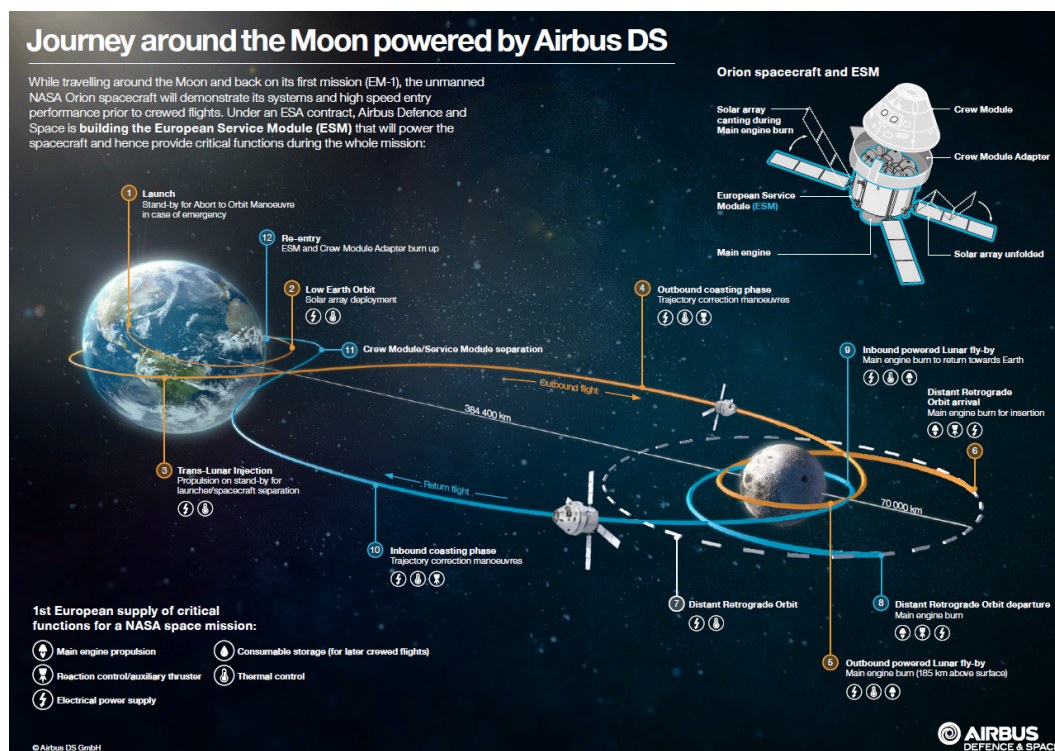


Fig. 35 – Planificação equirectangular do globo terrestre, 2015

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

http://planetary.s3.amazonaws.com/assets/images/charts-diagrams/2015/20151130_orion-em-1-infographic.png

A NASA é também responsável pelo envio da sonda *Curiosity* Rover para a superfície do planeta Marte, que aterrou na noite de 5 de agosto de 2012, com o intuito de conhecer a sua diversidade e aferir se o planeta vermelho reúne condições para suportar a existência de vida, de acordo com Grotzinger (2012). Tecnicamente foi um feito que utilizou meios muito complexos e atualmente ainda se encontra em atividade sobre um alto controlo (Chow, 2012, s.p.). Todo o processo foi coreografado ao detalhe para que nada comprometesse a missão que teve uma duração de 8 meses desde o lançamento até a entrada na atmosfera de Marte (Chow, 2012, s.p.). Para colocar a sonda no planeta vermelho foi desenhado um sistema de aterragem único, compostos por diversas fases orquestradas para que não houvessem percalços que comprometessem a missão. O processo de aterragem foi apelidado, de acordo com Chow (2012, s.p.), de 7 minutos de terror. A sonda representou um investimento de 2.5 milhões de dólares em inovações tecnológicas e para além da ambiciosa missão interplanetária, a NASA tinha o compromisso de apresentar ao público os processos e resultados da experiência.

Dessa forma produziu, em conjunto com *designers* tridimensionais, uma animação de 7 minutos onde apresentava, de forma sequencial, o momento desde a entrada na atmosfera de Marte, o processo de desaceleração, aterragem até à iniciação das funções mecânicas do *Curiosity* Rover.

A opção de cortar transversalmente Rover e apresentar o seu interior e os processos mecânicos que são acionados também dá a conhecer as suas funções a um público que não tem conhecimento científico. Aos cientistas responsáveis da NASA a existência da animação não contribuiu para o seu conhecimento. Por essa razão foi realizada a visualização para apresentar aos visualizadores os 7 minutos de terror, como referido pela NASA.

No mesmo âmbito é também importante referir que, tal como a missão *Rover Curiosity*, outras missões são acompanhadas de visualizações tridimensionais como a sonda *Pathfinder*. Interpretações com base em princípios científicos confirmados ou previstos. Não obstante da apresentação de processos de forma animada, também é tida a representação do planeta como uma visualização aproximada da realidade. A cada missão bem-sucedida, a representação será mais detalhada e real, mas ainda assim, assume a importância de documentar visualmente um feito tecnológica importante para a ciência.

Conceito e técnica

É possível observar no caso do '*Interstellar*' assim como a comunicação visual da NASA um elemento comum que se encontra no processo de produção de cada um dos casos. Os dois projetos, verificam a ocorrência da utilização de uma prática exclusiva, definida como o método de produção de *procedural textures*. Autores como Peachey (2003) e Pietroni (2017) referem que a utilização desta função permite criar texturas, materiais ou geometria com base em algoritmos matemáticos, relacionados com o processo de composição fractal. Um exemplo de *procedural texture* pode ser encontrado na figura 36.



Fig. 36 – Exemplo de *procedural texture* (Investigador, 2018)

De acordo com Peachey (2003, p.11), a definição de procedural é inconclusiva. Explica o autor que:

The definition of procedural texture is surprisingly slippery. The adjective procedural is used in computer science to distinguish entities that are described by program code rather than by data structures. ²⁶

Peachy, 2003, p.11

Isto indica que a construção de uma *procedural texture* é gerada através do código do *software* onde é criada e, por isso permite ser alterada em qualquer passo do projeto. Peachy compara esta textura à imagem composta, fechada, sendo assim classificada como matriciais e encontrada em formatos como .PNG, .TIF ou .JPG entre outros.

O mesmo autor refere que a utilização de *procedural textures* exhibe claras vantagens em comparação à utilização de imagens matriciais. Segundo a mesma fonte, a primeira sugestão para o desenvolvimento do algoritmo procedural surgiu da necessidade de incorporar um sistema de geração de imagens automáticas e dinâmicas para simuladores de voo. O conceito da construção de imagens com base em princípios fractais foi sendo introduzida em sistemas de ambientes de representação tridimensional e foi exponencialmente utilizada em videojogos e no cinema.

O mesmo refere que são consideravelmente compactas em peso no sistema, sendo medidas em kilobytes, em vez de megabytes, e sendo geradas pelo *software*. No campo dos videojogos as vantagens eram claras, permitindo carregar texturas em modelos de forma instantânea, facilitando dessa forma, a experiência do utilizador.

Resultam também por serem texturas geradas de modo dinâmico, pelo que não têm dimensões máximas ou mínimas. São projetadas com base na superfície de suporte, onde se encontram aplicadas. É possível verificar este princípio na figura 37. Tendo em conta a base fractal na qual a função matemática é gerada, a utilização de *procedural textures* permite a adição de detalhe incondicional. Em suma, são encontradas as seguintes vantagens na utilização de *procedural textures*.

- Função aleatória, ou seja, diversas variações gráficas.
- Texturas geradas e alojadas diretamente no código do *software*, pelo que não dependem de armazenamento local.
- Não existe limite de escala.
- Detalhe independente da geometria do modelo.

²⁶ T.L. A definição de *procedural textures* é surpreendentemente diversa. O adjetivo procedural é usado na ciência da computação para distinguir entidades que são descritas pelo código do programa e não pelas estruturas de dados.

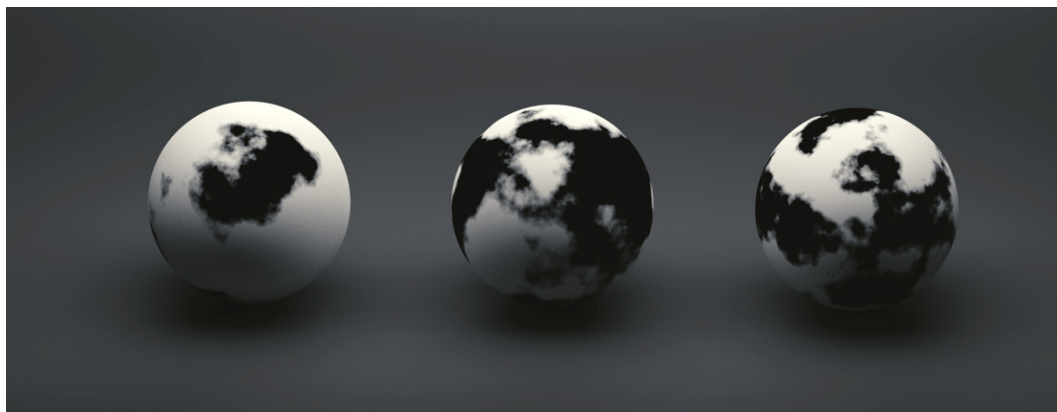


Fig. 37 – Variação de escala associada a *procedural texture* (Investigador, 2018)

Estes princípios são verificados à luz do exemplo de '*Interstellar*'. A agência de efeitos especiais *Double Negative*, responsável pela construção do *Gargantua*, utilizou como base do seu trabalho, a construção e texturização fundamentada em *procedural textures* para atingir o detalhe, a dimensão e qualidade visual representada na figura 38.



Fig. 38 – *Gargantua*, '*Interstellar*', 2014

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:
<https://www.wired.com/2014/10/astrophysics-interstellar-black-hole/>

A utilização de *procedural textures* incorpora a vantagem de ser ajustável nas suas definições. Desta maneira, o designer tem a possibilidade de gerar ilimitadas variações de imagens e resultados gráficos para ilustrar o mesmo conceito. É também considerado importante o conceito de *procedural textures* ser baseado em funções fractais e, desse modo, poder produzir texturas aleatórias, semelhante aos padrões encontrados na natureza.

É desta forma que o *Gargantua* resulta numa imagem irreal, mas reconhecível. Apesar de não existirem de facto, registos fotográficos que suportem a visão de um buraco negro, a utilização de sistemas de representação tridimensional para conduzir a produção de uma imagem que fundamente esta noção, dá liberdade à ciência para trabalhar em conjunto com o design para chegar este compromisso. O mesmo ponto é anteriormente defendido por Warburton (2017), através do fotorrealismo teórico que encontra a ponte entre a arte e a ciência, com o objetivo comum de explorar melhor a visão atual sobre os conceitos científicos, sobre o mundo e o universo que são invisíveis, mas conhecidos.

Com o estudo dos casos encontrados, foram identificadas quatro principais vantagens dos sistemas de representação tridimensional. Os seus benefícios refletem-se no campo da produção de imagens para a comunicação visual em geral, mas também aplicados à comunicação científica. São os seguintes:

No que diz respeito à representação do mundo real:

1. Aproximação à realidade

Com base no fotorrealismo teórico de Warburton (2017), a utilização de sistemas de representação tridimensional contribui para a visualização de objetos ou conceitos baseados no conhecimento científico e que não são diretamente visíveis. A aproximação visual de um conceito é valorizada se atingir o realismo fotográfico, através dos princípios do realismo do 3D de Andrew Price, nomeadamente a forma, a incidência de luz e a texturização de um modelo tridimensional. É também associável a introdução do conceito de Realidade Sintetizada. Este conceito diz que a construção de uma imagem ou animação em ambiente tridimensional não depende de fatores físicos para ser perceptível.

2. Construção de modelos visuais

Os *software* de modelação tridimensional oferecem ao utilizador a vantagem de poderem gerar todo o tipo de modelos para as mais diversas aplicações. Como é possível observar no caso da construção do modelo visual *LuminoCity*, tal como na planificação do globo terrestre, é importante reconhecer a génese do conceito de representação tridimensional. É oferecido ao utilizador a possibilidade de construir uma réplica exata, detalhada ou simplificada do conceito revelado. É possível a interação com o modelo, de modo a observar os seus detalhes, forma e informação projetada. Relembrando também para este exemplo, a construção do *Gargantua* que se baseou inteiramente nas equações de Kip Thorn, o que resultou na visualização mais acertada de um buraco negro.

No que diz respeito à construção de modelos digitais:

1. Aceleração de processos

O processo de modelação e texturização de um objeto tridimensional congrega o benefício de determinadas funções exclusivas e que são valorizadas face à utilização de outros formatos de produção. É possível observar no caso do IKEA e na planificação do globo terrestre que, as técnicas de modelação aceleram a produção e dinamizam os métodos até chegar ao resultado final. Os ambientes de construção digital oferecem inúmeras variações do mesmo produto através da alteração da perspetiva, jogando com intensidades de luz, ou passando por construir *procedural textures*, o 3D reúne um conjunto de benéficos que não se materializam apenas no resultado, mas melhoram claramente o processo de produção da imagem final.

2. Realidade Sistematizada

Com base na capacidade de construção de elementos tridimensionais num ambiente digital, é dada a possibilidade de gerar efeitos e sobretudo a ilusão de algo, através da sua representação final. Como é verificado no caso dos planetas gerado pela NASA, o desenvolvimento de uma aproximação visual de um conceito, não depende das suas características físicas para influenciar a sua representação. Isto é, o tipo de comportamento do planeta e da atmosfera envolvente dita a sua aparência visual. Contudo, estes fatores físicos não são dependentes para gerar uma imagem credível. O designer tem a opção de desenvolver elementos que servem apenas o propósito de representar algo, e não depende dos fatores físicos para o conseguir.

Enquadramento Teórico

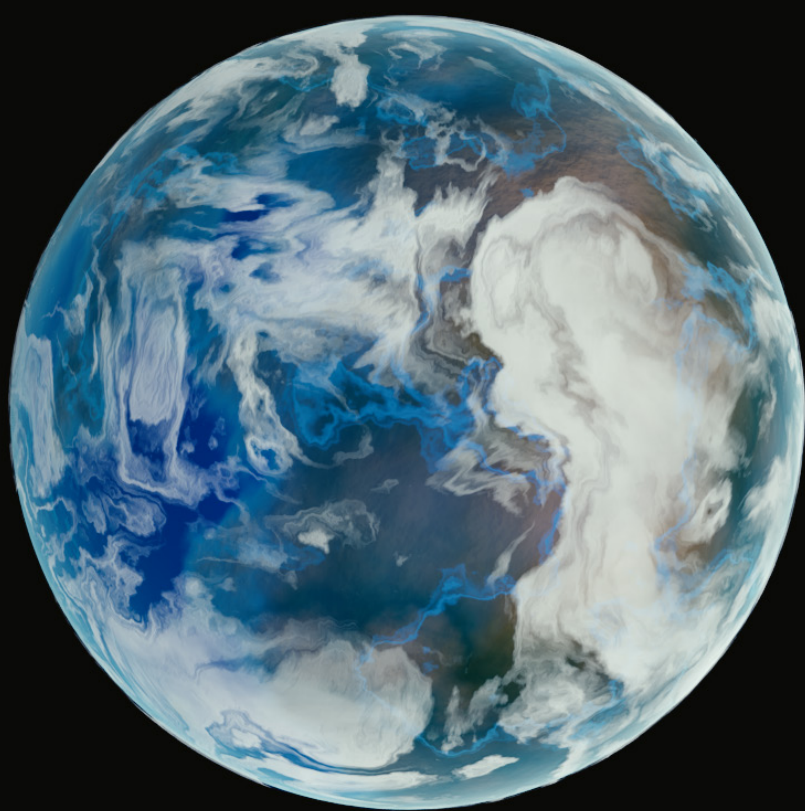
Argumento

2. 5. **Argumento**

É possível verificar, com o estudo do enquadramento teórico, que os sistemas de representação tridimensional trazem vantagens claras na produção de conteúdo visual apelativo e já incluído na comunicação atual. São visíveis casos, como no cinema e na publicidade, onde a ideia criativa dita a materialização do conceito a divulgar e nesse sentido, surge a problema e a solução no conceito do 'uncanny valley' onde a produção de imagens foto realistas é uma realidade.

No estudo dos sistemas aplicados à ciência, é perceptível que a utilização do design como instrumento de divulgação se traduz na evolução na comunicação. Os processos de produção na área da ciência também são refletidos nos métodos e processos empregues para gerar conteúdo. O processo evolui tanto quanto o resultado.

Os sistemas de representação tridimensional contribuem para a divulgação de ciência ao oferecerem suportes e processos de construção de comunicação visual, que permitem um entendimento mais coerente de conceitos relativos às áreas científicas.



3. Investigação Activa

3.1. Fundamentação Teórica	76
3.2. Estudo Preliminar	77
3.3. Conceção e Prototipagem	78
3.4. Avaliação	104
3.4.1. Avaliação com Especialistas	104
3.4.2. Interpretação dos Resultados dos Questionários	105

Investigação Ativa

Fundamentação Teórica

3. Investigação Activa

3.1. Fundamentação Teórica

De modo a verificar os aspetos encontrados no estado da arte, pretende-se desenvolver um sistema tridimensional que contribua para a comunicação visual de ciência. O projeto realizado visa utilizar os meios selecionados pelos casos recolhidos e analisados. Na sua essência, os resultados do projeto tem de apresentar benefícios, quando comparados com o atual processo de produção. O projeto, neste contexto, deve beneficiar do uso de funções exclusivas encontradas nos ambientes de representação tridimensional, seja o uso de *procedural textures* ou pela visualização tridimensional de conteúdo foto realista; ou pelo contributo para a comunicação visual de conceitos complexos, suportado pelo princípio do fotorrealismo teórico.

É possível encontrar um tema que congregue estes pontos, ao cruzar a informação recolhida, mencionada por Hurt (2018), sobre a importância da comunicação visual de ciência na divulgação de imagens simuladas de planetas, com os benefícios da utilização de *procedural textures*. Segundo Hurt (2018), a criação de comunicação visual para a ciência, deve cativar a audiência apenas pela sua interpretação isolada, sem a leitura de textos descritivos que a acompanhem. Desse modo, a exposição de dados desconhecidos, que tenham impacto na tecnologia ou na sociedade, são inevitavelmente alvo de maior atenção. É com base no objetivo da ciência, em encontrar respostas para as questões que são resultado do progresso, que a utilização de sistemas de representação tridimensionais, ganha a sua importância.

É notável a forma como os sistemas de representação tridimensional evoluíram desde o início da sua exploração no cinema, passando pelo '*uncanny valley*' e a falta de compromisso na entrega de realismo aos utilizadores, até à quebra desse paradigma com as imagens foto realistas produzidas pela IKEA. Neste ponto, como foi observado por Warburton (2017) a utilização de sistemas tridimensionais permite virar a sua atenção para a exploração de realidades novas e transferir as suas capacidades para a comunicação da ciência. O caso dos exo planetas simulados pela NASA, assim como o *Gargantua*, são reflexo da utilização de realidades virtuais para a comunicação de factos que não são observáveis hoje em dia.

O tema escolhido encontra a sua forma na adoção da representação de planetas, como auxiliar visual de comunicação, estudada no caso da comunicação da NASA. A construção de imagens de corpos espaciais de forma digital é utilizada de acordo com Hurt (2017) pela falta de recursos tecnológicos para conseguir atingir o nível fotográfico e dessa forma, o desenvolvimento do sistema proposto assegura como base, a sua utilização em materiais visuais para a comunicação científica, seja estática ou animada. O resultado do sistema é esperado que se assemelhe às imagens presentes na figura 39, utilizada como auxiliar visual para a comunicação de ciência. É à luz da teoria de Warburton (2017) que se encontram bases para sustentar a produção da componente de projeto.

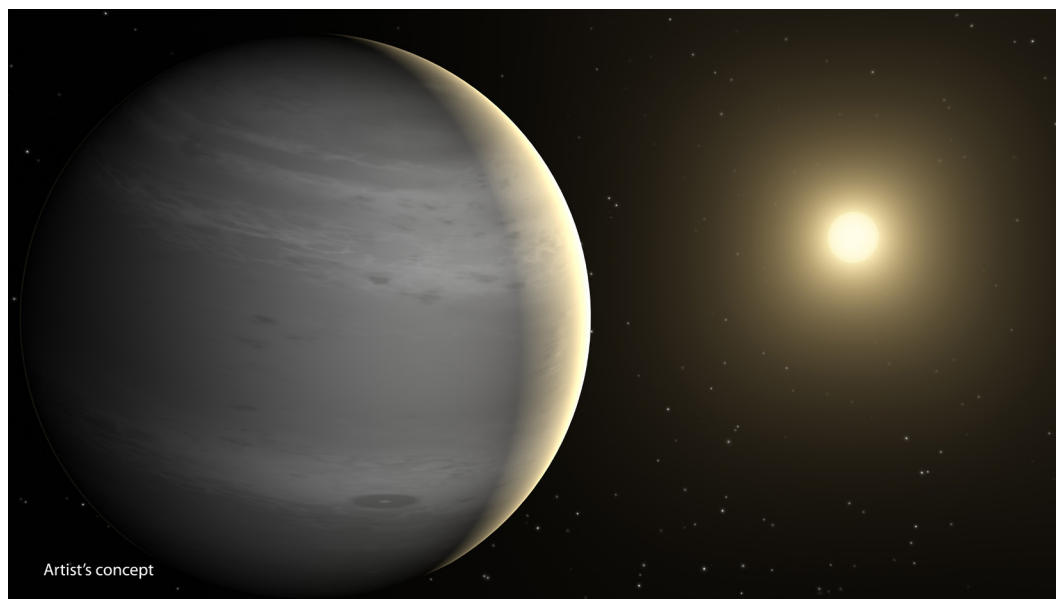


Fig. 39 – Ilustração Científica do planeta GJ 436b, 2015

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.astrobio.net/wp-content/uploads/2015/06/pia19344-main-heliumplanetartistconcept-label.jpg>

3.2. Estudo Preliminar

Segundo Hurt (2018) o método para gerar representações de conceitos ligados à astronomia, nomeadamente planetas, baseia-se na associação e conhecimento recolhido ao longo de uma investigação científica e diretamente ligada à astronomia. O autor descreve que:

*"You can actually figure out how big the planet is, what its surface temperature would be, because of that proximity. This is a really tight close-in solar system, so that became an exciting angle that we wanted to take into the graphics as well. This is nothing like our own solar system."*²⁷

Hurt, 2018

O mesmo autor explica que, como resultado da exploração espacial, são encontrados sinais de planetas que são desconhecidos e a sua compreensão não é atingida pela limitação de recursos tecnológicos. O seu entendimento, de acordo com Hurt (2018), depende da perceção da astronomia existente no sistema solar onde o planeta Terra se insere. O mesmo autor aponta

²⁸ É possível descobrir realmente o tamanho do planeta, qual será a temperatura da sua superfície, devido a essa proximidade. Este é um sistema solar fechado muito próximo, de modo que se tornou uma perspetiva excitante que também queremos incluir nos objetos gráficos. Isto não é nada como o nosso próprio sistema solar.

que é possível observar nos planetas do sistema solar um padrão que está ligado à existência de uma estrela central e que serve de eixo de rotação para os planetas na sua órbita. Através da sua proximidade em relação ao sol, é possível verificar fatores como a densidade ou existência de atmosfera, bem como a composição da sua superfície, e criar uma lista de atributos que serão pistas para o entendimento de novos planetas. Conforme Hurt (2018) a ciência gerou dessa forma, uma escala de comportamentos que é associada aos vestígios da presença de corpos planetários fora do sistema solar e que serviu de base para o entendimento do sistema Kepler, por exemplo.

Deste modo, o conhecimento científico colabora juntamente com a computação digital para desenvolver uma representação visual, mais aproximada de um conceito que ainda não é fundamentado com imagens reais. O mesmo princípio é associável a outros campos de atuação da ciência, seja na biologia, geologia, ou em outras áreas de investigação. É verificado da mesma forma o conceito introduzido por Warburton (2017), sobre o fotorrealismo teórico, como ponto processual entre a ciência e o design.

3.3. Conceção e Prototipagem

Na condução da componente prática de projeto, foi tido como referência o comportamento e aparência visual do planeta Terra e foram desenvolvidas visualizações de um planeta semelhante, com as mesmas características e comportamentos visuais.

O resultado depende, na sua maioria, da elaboração de um sistema de materiais que reaja a diferentes variáveis e da qual resultem ilimitadas modificações de representações estáticas ou animadas, que servem de base para a ilustração de uma nova descoberta na área da astronomia. O suporte onde foi gerado o sistema de materiais é uma superfície simples, de perfil esférico, por ter relação direta com a forma dos planetas conhecidos.

Algumas considerações sobre materiais tridimensionais

O comportamento de um material com o objetivo de alcançar a representação foto realista obedece a quatro fatores transversais aos *software* onde são concebidos (Price, 2016) sendo eles os seguintes:

- A cor da superfície
- A sua refletividade
- A sua textura
- A conjugação de diferentes propriedades de materiais

Investigação Ativa

Concepção e prototipagem

A verificação do comportamento resultante de um material aplicado a um objeto tridimensional, é feita na relação entre a incidência de luz e a visualização decorrente. O fenômeno pode ser observado na figura 40, onde cada objeto apresenta um material diferente, e a incidência do foco de luz declara a percepção do modelo e do comportamento do material aplicado. Desta forma, assume-se que a luz apresenta o fator principal para a ocorrência do funcionamento de um material.

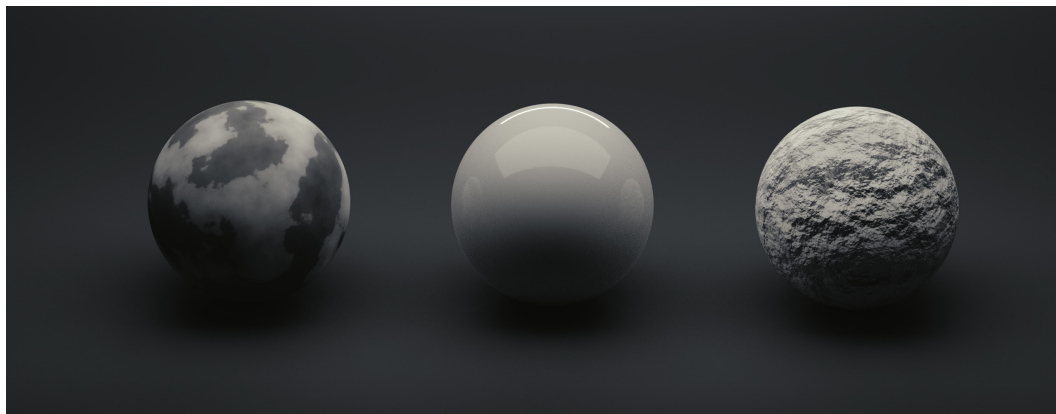


Fig. 40 – Variação de material entre objetos (Investigador, 2018)

Cor

Tomando por base a introdução de um material simples, representado na figura 41, é possível verificar que a alteração visível entre os elementos da imagem é a cor. Neste sentido, a alteração do tom cromático introduzido no sistema, resultou na alteração da cor no render da imagem.

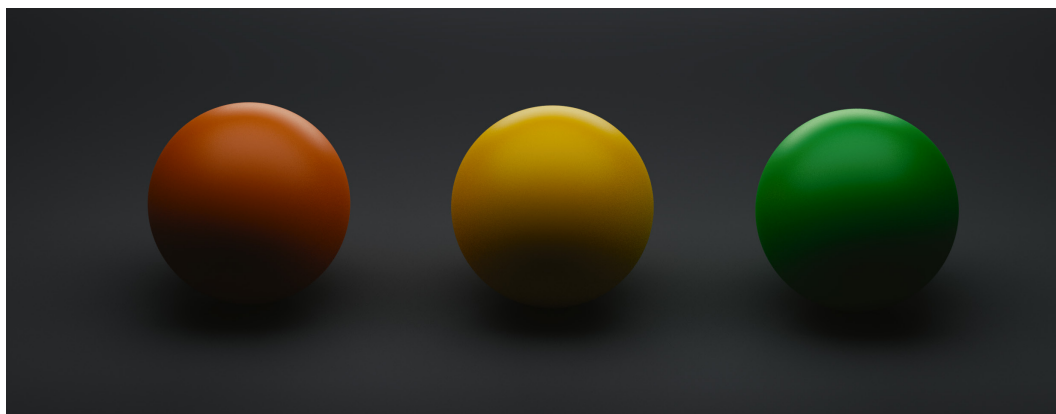


Fig. 41 – Variação de cor entre objetos (Investigador, 2018)

Da mesma forma, a aparência visual do exo planeta exposto à variável de cor, pode ser aplicada no modelo para resultar uma visualização mais exata. No sistema, visível na figura 42, o controlo da aparência visual será condicionado pela existência de um conjunto de *procedural textures*, capazes de aplicar uma imagem no modelo. Este método permite o controlo das variáveis que produzem a textura fractal aplicada ao objeto, contando com a função aleatória que provoca o efeito natural e orgânico, procurado neste tipo de representação. Assim é possível gerar a ilusão de oceanos, continentes, rios polos, até crateras lunares.

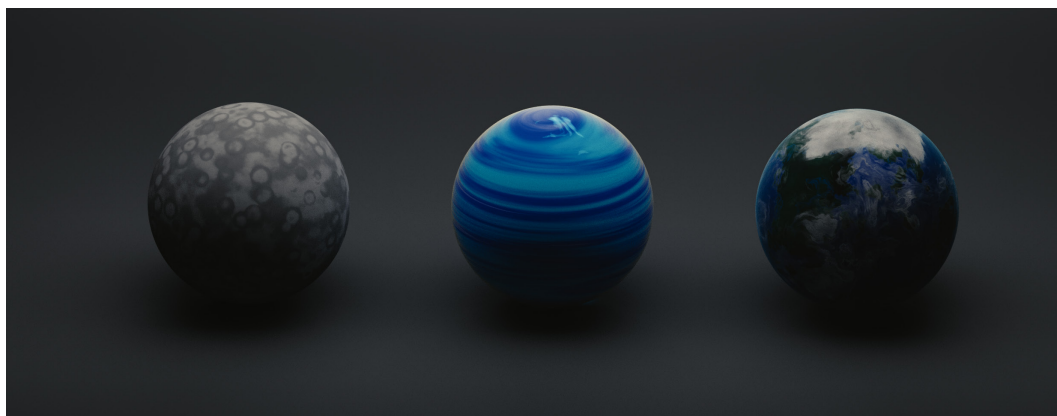


Fig. 42 – Variação de *procedural texture* entre objetos (Investigador, 2018)

Refletividade

A aparência visual relacionada com a refletividade pode ser verificada na figura 43. O elemento representado apresenta variações de comportamento sob a incidência de luz. Como é possível observar, existem áreas que exibem uma superfície mais refletiva em relação a outras. Este aspeto na construção do material que compõem o sistema geral de produção de planetas, permite que o material produza áreas com existência de água, continentes ou de outros elementos que verifiquem a diferenciação entre materiais.

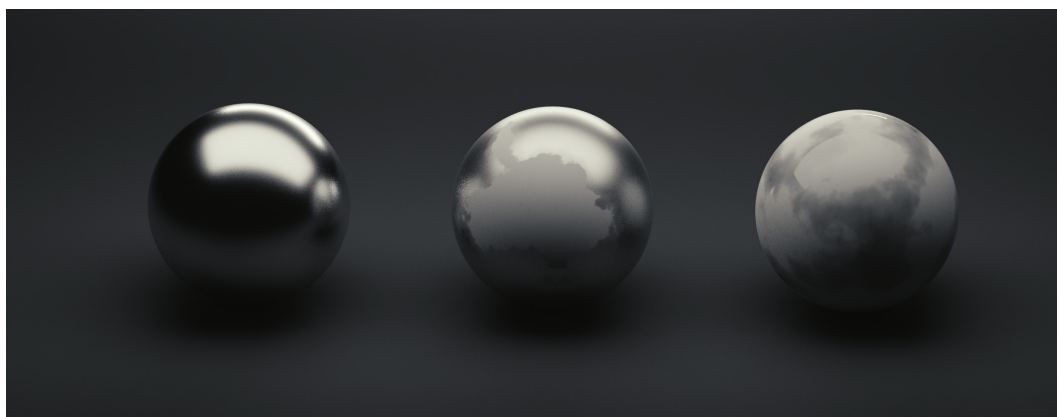


Fig. 43 – Variação de refletividade entre objetos (Investigador, 2018)

Bump

A superfície de corpos celestes observados na figura 44 e 45 apresenta o fenómeno de perturbações de relevo. Esta característica pode ser verificada no modelo tridimensional na figura 46, onde a representação do planeta acentua as deformações da superfície, recorrendo à utilização de *procedural textures*.

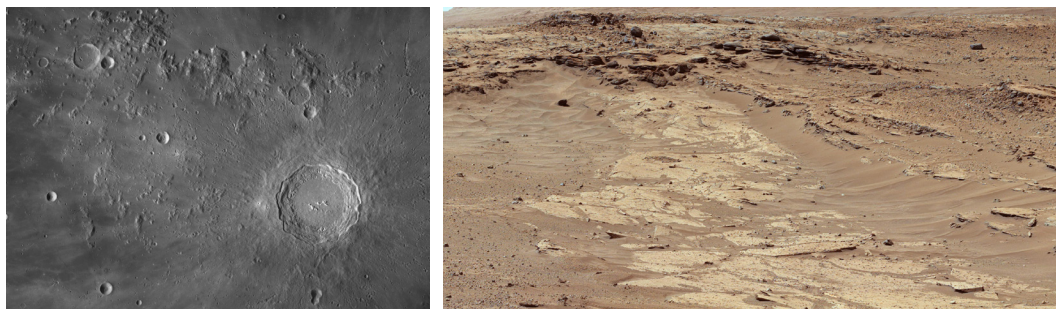


Fig. 44 (esquerda) – Superfície lunar, 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://mymodernmet.com/100-megapixel-moon-photograph/>

Fig. 45 (direita) – Superfície do planeta Marte, 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://futurism.com/nasa-theres-no-evidence-of-a-mars-civilization-thousands-of-years-ago/>

A função de relevo implica uma interação entre o objeto tridimensional e a luz incidente, com resultados diretos observáveis pela produção de sombras e na percepção de saliências. A figura 47 ilustra uma superfície com a função de relevo aplicada, onde o denominador é a direção de incidência de luminosidade. Para além da adição de detalhe ao modelo, outro benefício da utilização de *bump* em superfícies é o facto de não necessitar de deformações geométricas no objeto onde é aplicada. Desta forma o modelo mantém-se simples, sem necessidade de acrescentar definição geométrica. A vantagem é a prática alteração de parâmetros e a materialização dos resultados em tempo real, mantendo o ambiente de modelação descomplicado.

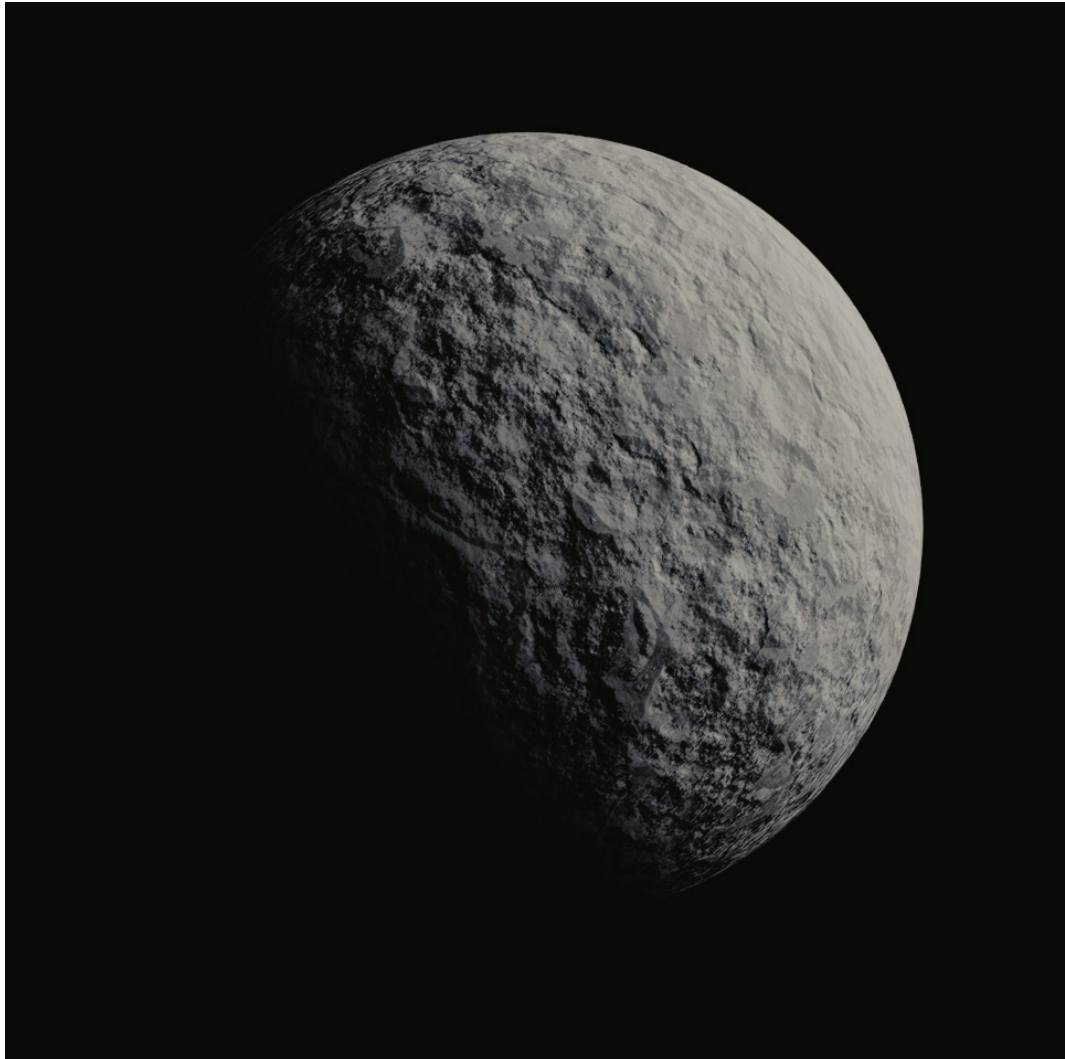


Fig. 46 – Aplicação de rugosidade na superfície do modelo (Investigador, 2018)



Fig. 47 – Variação de *bump* entre objetos (Investigador, 2018)

A combinação destes 3 fatores resulta na produção de um sistema de material complexo. A interação do objeto com o ambiente da imagem resulta, se a aplicação dos elementos aplicados ao material for equilibrada e se responder aos seguintes fatores:

- A variação cromática visível, correspondente à textura aplicada ao objeto.
- A refletividade, sendo manifestada pela alteração da resposta à incidência de luz.
- O relevo, onde o perfil da superfície do objeto é sujeito a deformações geométricas aparentes para provocar o efeito de luz e sombra.

Caso estes fatores sejam aplicados em separado ou de modo independente, resulta um material simples. Por outro lado, a combinação das três condições resulta num material complexo. Os três fatores encontram-se expostos na figura 48.

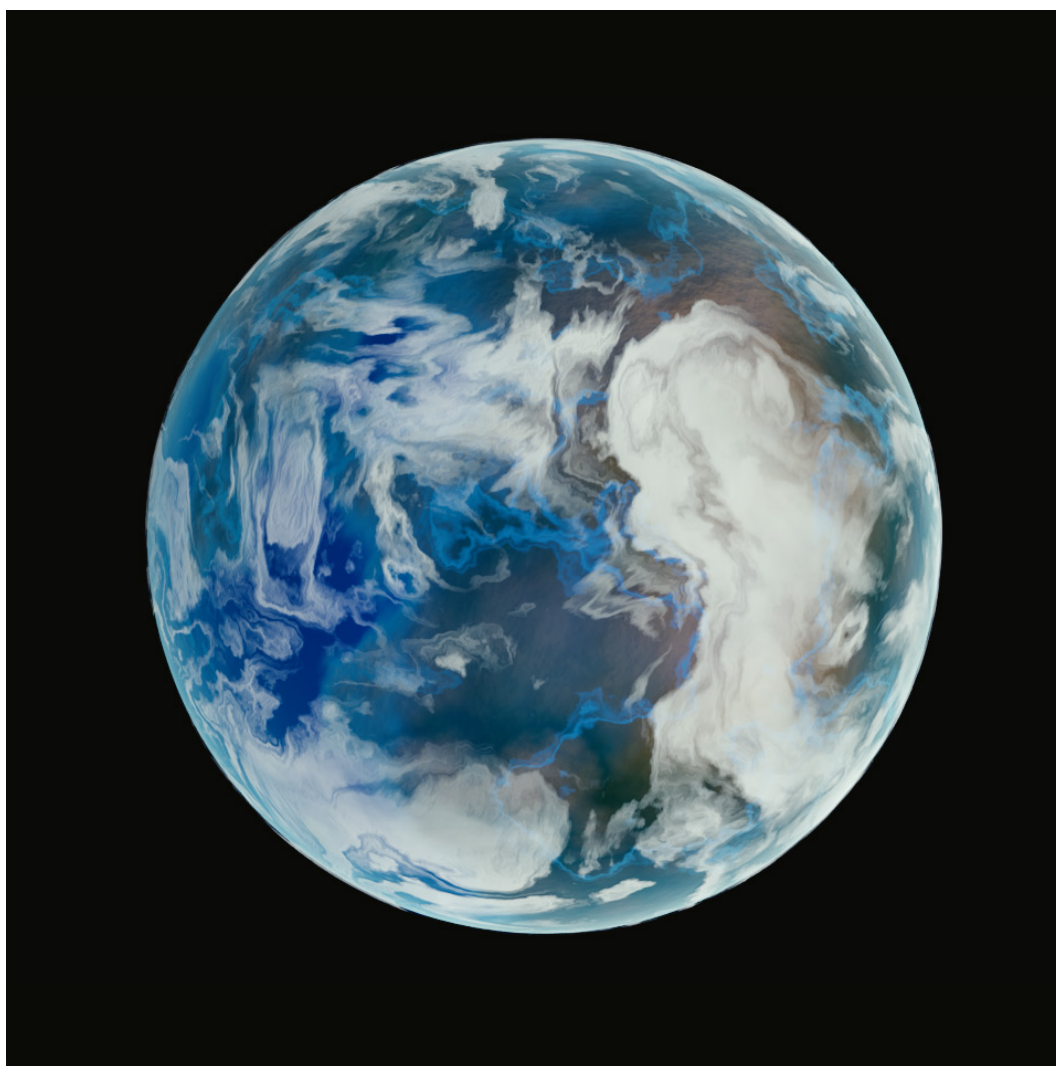


Fig. 48 – Sistema resultante da aplicação das funções do material complexo (Investigador, 2018)

Combinação de dois ou mais materiais

O modelo proposto, referente à produção de planetas, é formado quando são combinados dois ou mais materiais compostos. Neste sentido, o material pode ser único, se a superfície do planeta apresentado for uniforme, ou combinado, se for necessária a presença de vários elementos para atingir o detalhe desejado. A comparação entre as duas opções de representação pode ser observada nas figuras 49 e 50, onde é possível ver que a superfície da lua apresenta um material regular, composto por rocha, ao contrário do planeta Terra, onde a superfície é dividida entre continentes e oceanos. A necessidade de delimitar duas superfícies, implica a combinação de dois materiais compostos no mesmo modelo tridimensional.



Fig. 49 (esquerda) – Registo fotográfico da lua, 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://mymodernmet.com/100-megapixel-moon-photograph/>

Fig. 50 (direita) – Registo fotográfico do planeta Terra, 2010

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://astronomy-universo.blogspot.com/2010/07/fim-do-planeta-terra.html>

De modo a alcançar o fenómeno da cisão entre materiais é necessário considerar a construção separada de cada uma das representações das superfícies correspondentes. Por conseguinte, para representar o planeta Terra, servindo de exemplo a futuras representações, assume-se a reprodução de continentes e de oceanos como materiais distintos. Os dois elementos combinados resultam numa representação fiel do conjunto total, embora produzam resultados diferenciados à exposição de luz na sua superfície. Com base na combinação dos fatores expostos anteriormente, sobretudo a relação entre a cor, a refletividade e o *bump*, resultam numa representação das superfícies de acordo com a manipulação adequada dos fatores respetivos. Nesta fase, obtém-se os materiais representados na figura 51.

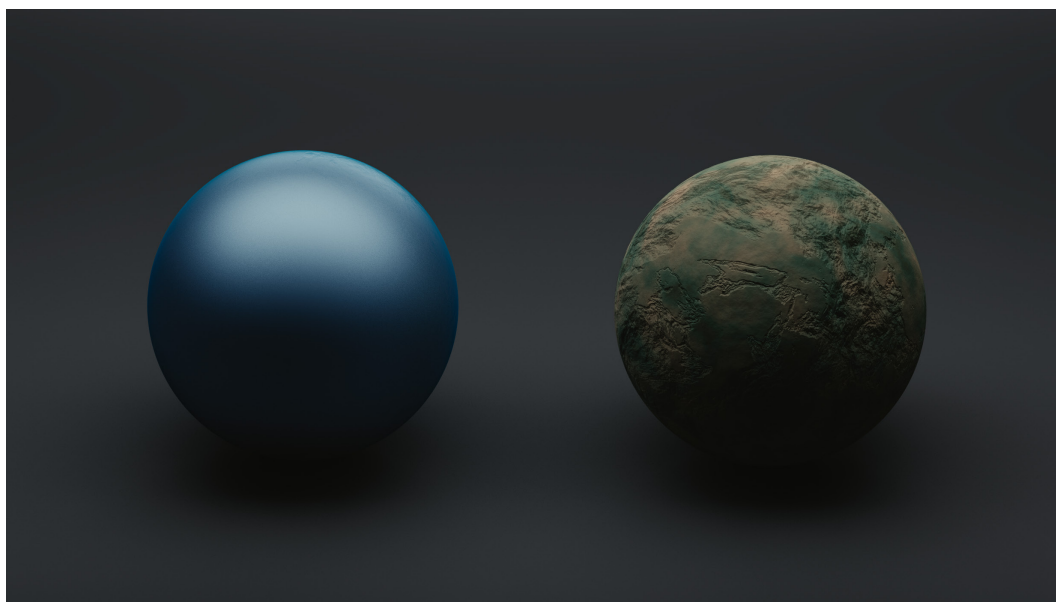


Fig. 51 – Materiais complexos do oceano e do continente terrestre (Investigador, 2018)

Os continentes definem-se, no sistema de materiais, como uma superfície com tons proeminentes com valores variáveis entre verde e amarelo, referenciando as zonas de existência de vegetação densa e planícies áridas, respetivamente. É aplicado no sistema também a referência a tons claros nas zonas polares, associados à existência de gelo, por conexão ao fenómeno verificado nos polos do planeta Terra. A refletividade é mantida reduzida, por se tratar da representação de uma superfície difusa, e o *bump*, assume por sua vez uma presença na construção de vales e montanhas contidas na superfície terrestre. A presença dos três fatores é observada de forma sequencial na figura 52.

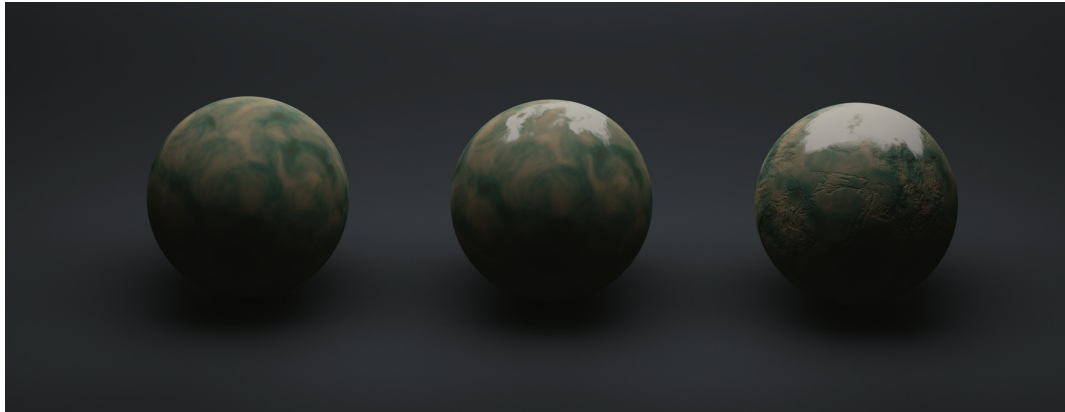


Fig. 52 – Construção do material correspondente à superfície terrestre (Investigador, 2018)

A construção do material referente aos oceanos assume a refletividade como elemento predominante. Como referência de cor, é manifestada a aplicação de variações tonais de azul, por comparação à realidade do planeta Terra. A existência de vales e depressões nas profundezas dos oceanos é incorporada no sistema recorrendo ao princípio da realidade sintetizada, referida anteriormente. O sistema de representação tridimensional exposto na presente fase de projeto, apresenta a vantagem de simplificação do processo ao utilizar *procedural textures* para criar a ilusão de variações de cor. Desta forma, a existência de depressões incorre na ilusão de profundidade provocada pelo efeito falso, sendo refletido na variação de tons cromáticos.

A existência de *bump* é pouco valorizada na construção do sistema de materiais, pelo facto de não ser notória a ocorrência de perturbações na superfície do elemento referente à textura do oceano. A sequência dos fatores pode ser observada na figura 53.

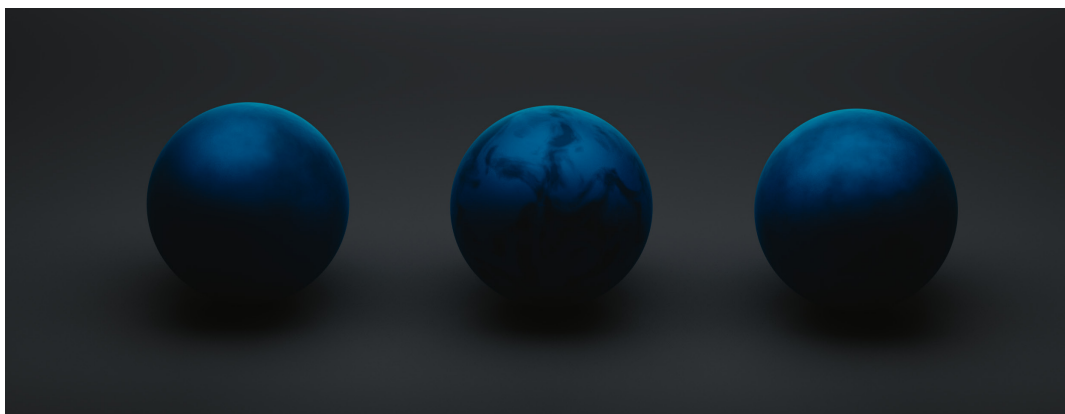


Fig. 53 – Variação de profundidade na superfície oceânica (Investigador, 2018)

Dada a presença de dois materiais que são aplicados ao mesmo modelo, é necessário gerar uma função que dite qual a percentagem de prevalência entre os dois elementos. É representado na figura 54 a criação de uma máscara, gerada com base na utilização de *procedural textures*, que ocupa a função de delimitar o aparecimento de um material em função do outro. Como é verificado na figura anterior, os tons da imagem diferem entre claros e escuros e da mesma forma, quando for assumida a aplicação da textura na separação dos materiais, os tons claros serão ocupados pelo material referente aos continentes, e por oposição, os tons escuros será referente ao material com a superfície oceânica.

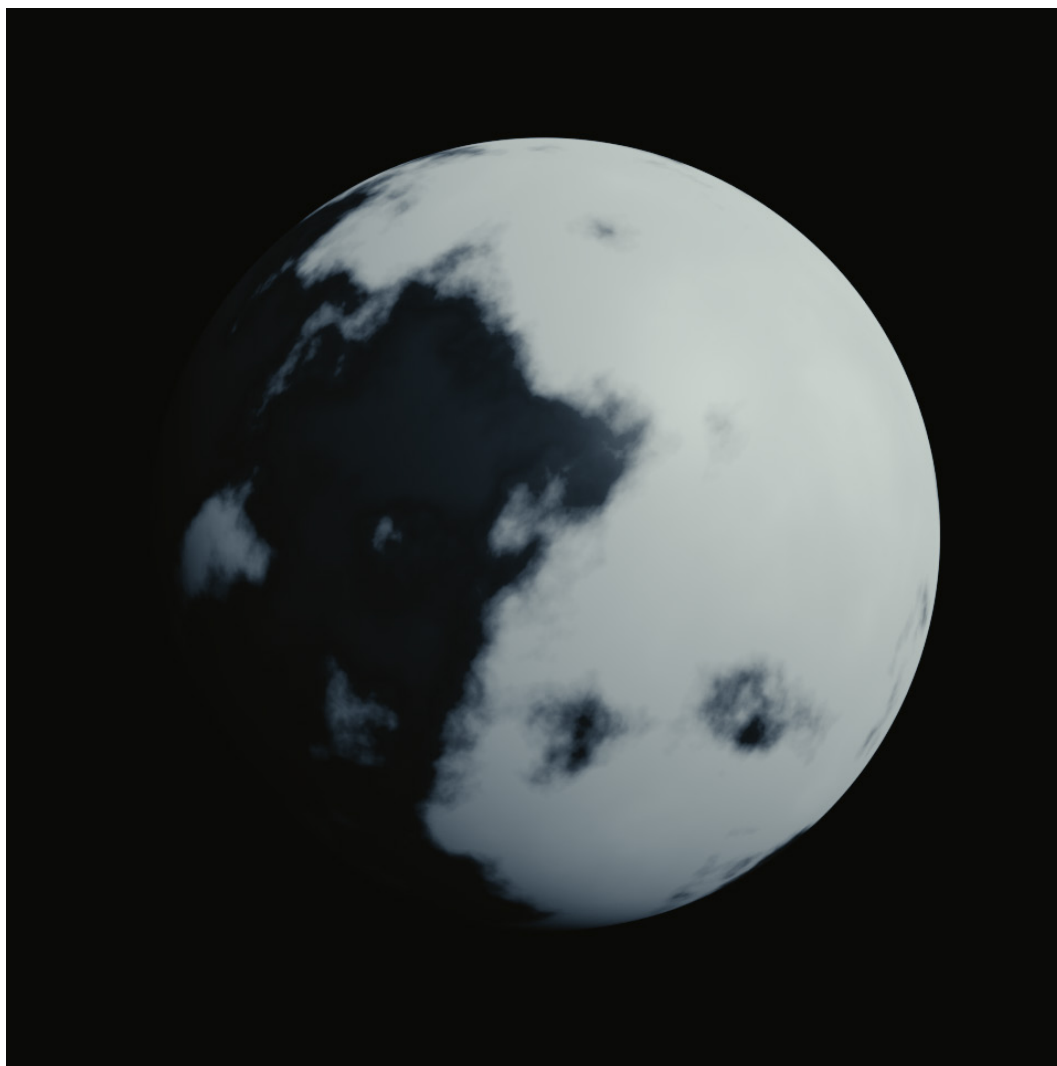


Fig. 54 – Máscara de separação entre materiais de oceanos e continentes (Investigador, 2018)

Como resultado, é gerado uma representação semelhante à aparência do planeta Terra. Esta função, tal como as anteriores, depende exclusivamente da interação com procedural textures, por forma a gerar ilimitadas variações de resultados. O resultado da separação entre os continentes e oceanos pode ser observada na figura 55. A máscara representada na figura 54 é convertida aos materiais, por forma a criar a aparência de um planeta semelhante ao planeta Terra.

É ainda produzido o efeito visível do clareamento da costa, representado pela fronteira entre os oceanos e os continentes. O efeito é produzido quando a profundidade da superfície oceânica é elevada até ao encontro com a superfície terrestre. No sistema apresentado, o efeito é conseguido pela delimitação de um tom cromático limitado à silhueta, representada na figura anterior. Da mesma forma, tanto a intensidade da costa, como o valor cromático podem ser alterados em qualquer fase da produção do sistema.

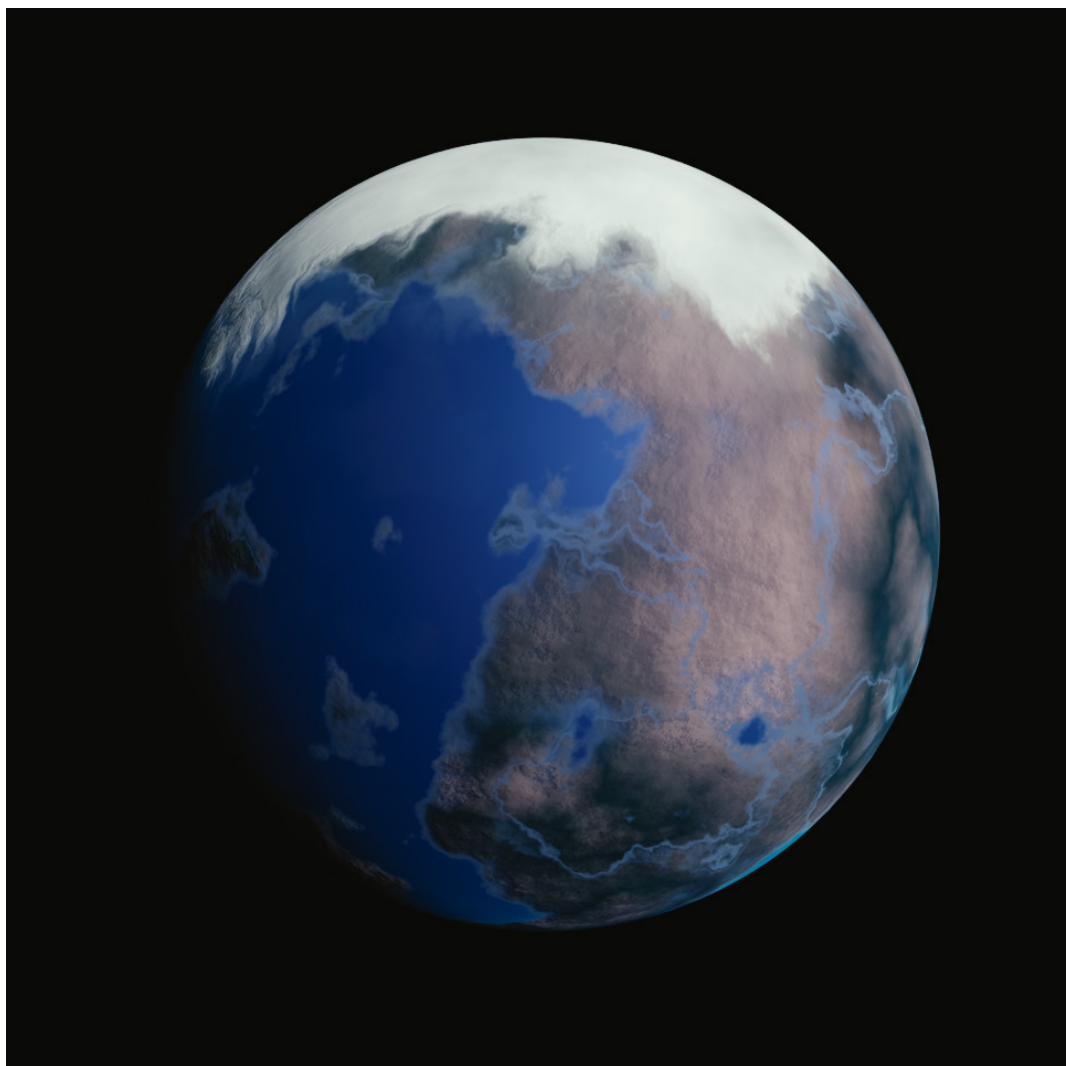


Fig. 55 – Material combinado para a criação da representação do planeta Terra (Investigador, 2018)

Detalhes de representação

Com o motivo de conferir o realismo à expressão da imagem, são adicionados dois fatores que atribuem detalhes essenciais para a representação do planeta Terra em particular, e que podem ser transformadas e adaptadas a outras variações. A existência da atmosfera e de nuvens são dois fatores a adicionar ao modelo. Contudo, na sua construção e aplicação ao modelo, são considerados elementos externos e carecem de funções específicas. Na construção da atmosfera é utilizada a função de clareamento do modelo para conferir a premissa da separação entre materiais. São combinados dois materiais distintos, sendo o modelo principal a textura geral do planeta Terra (combinando os fatores anteriormente referidos) e adicionando um material emissivo, que produz luz própria e que será apenas visível na orla do modelo, observável na figura 56. O material resultante necessita da sua conjugação com o anteriormente conseguido, e os seus parâmetros, de intensidade e cor, são totalmente variáveis.

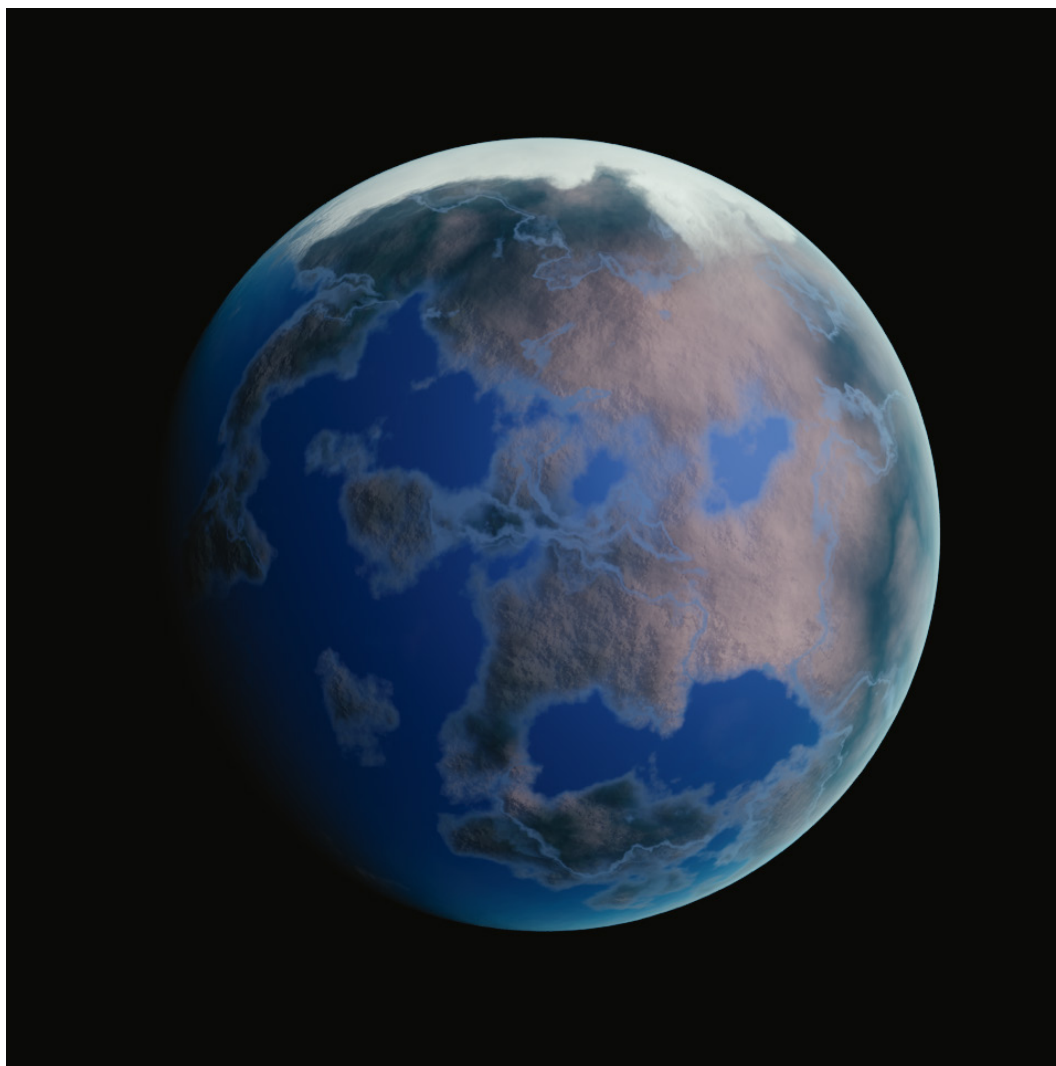


Fig. 56 – Material combinado para a criação da representação do planeta Terra (Investigador, 2018)

Deste modo é criado o efeito atmosférico visível em registos fotográficos do planeta Terra.

Do mesmo modo são criadas as nuvens, que são aplicadas num modelo separado, de escala ligeiramente superior. Na sua composição o sistema requer uma construção única, separada do modelo onde se encontra aplicado o material correspondente ao planeta Terra. Contudo, será utilizado o mesmo sistema criado para a combinação de dois ou mais materiais. É imperativo que a diferença entre os dois objetos tridimensionais seja real e perceptível, para que, dessa forma, a incidência de luz sobre o objeto de nuvens produza sombras projetadas no planeta Terra e crie a ilusão de dois planos representados pela superfície terrestre e a delimitação da atmosfera. É utilizada a combinação entre um material opaco, para conferir cor, e um material transparente, que não é visível, e que permita a observação do planeta exposto.

A representação final de um planeta semelhante à Terra é verificada na figura 57.

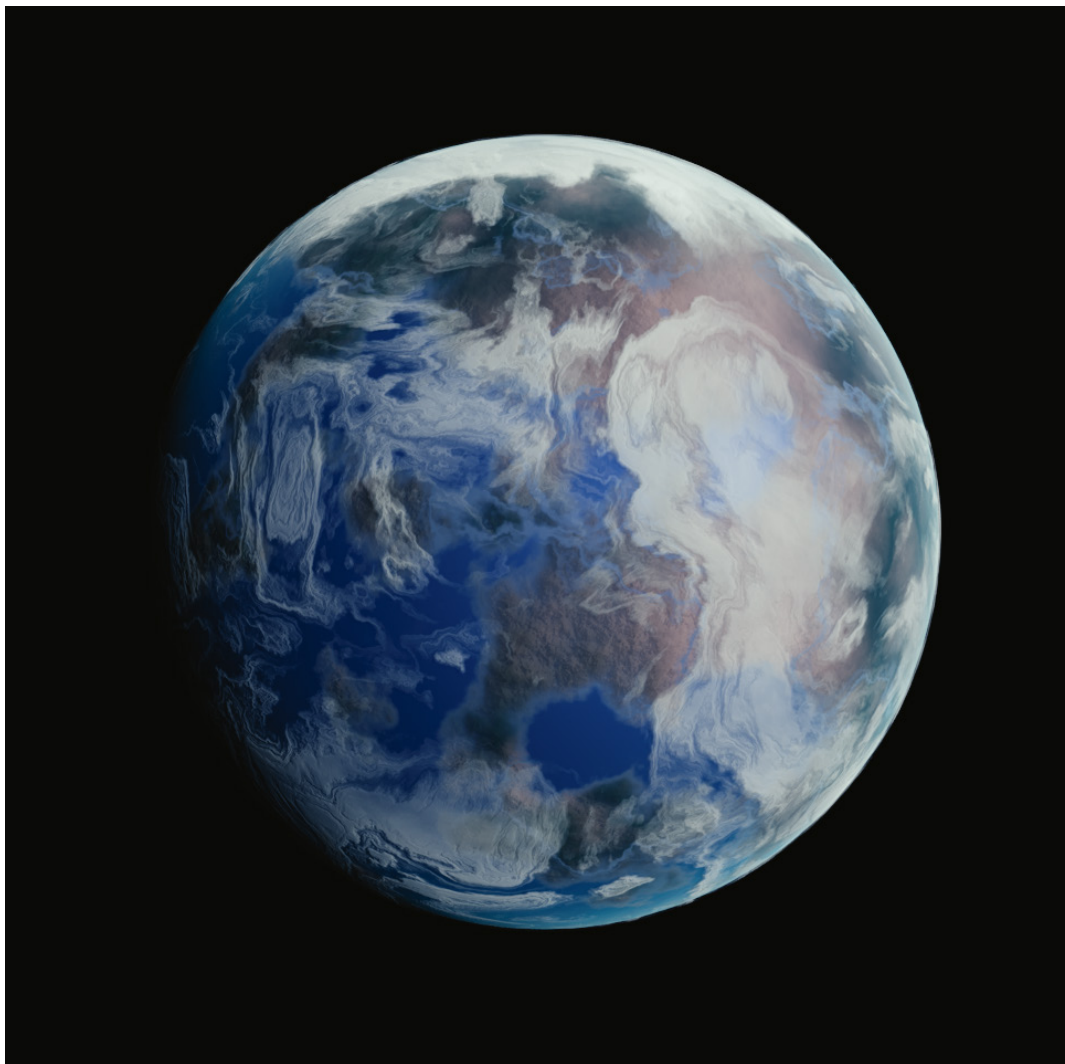


Fig. 57 – Aplicação do sistema de nuvens (Investigador, 2018)

À combinação dos elementos principais que definem o realismo de um material, foram adicionados elementos externos, desenvolvidos justamente para o cumprimento do conceito científico exposto. As variáveis que definem a representação da figura 57, são mutáveis e adaptam-se para qualquer necessidade científica.

Desde a variação cromática dos elementos, à refletividade e ao *bump*, que produzem o resultado estudado, passando pela introdução da atmosfera e da adição das nuvens, no total resulta um sistema que se define pela aceleração de processos de visualização de planetas e conceitos científicos. Com base na alteração dos parâmetros mencionados, foram criados diversos resultados, definidos pela aparência do planeta Terra, que se encontram expostos na figura 58.

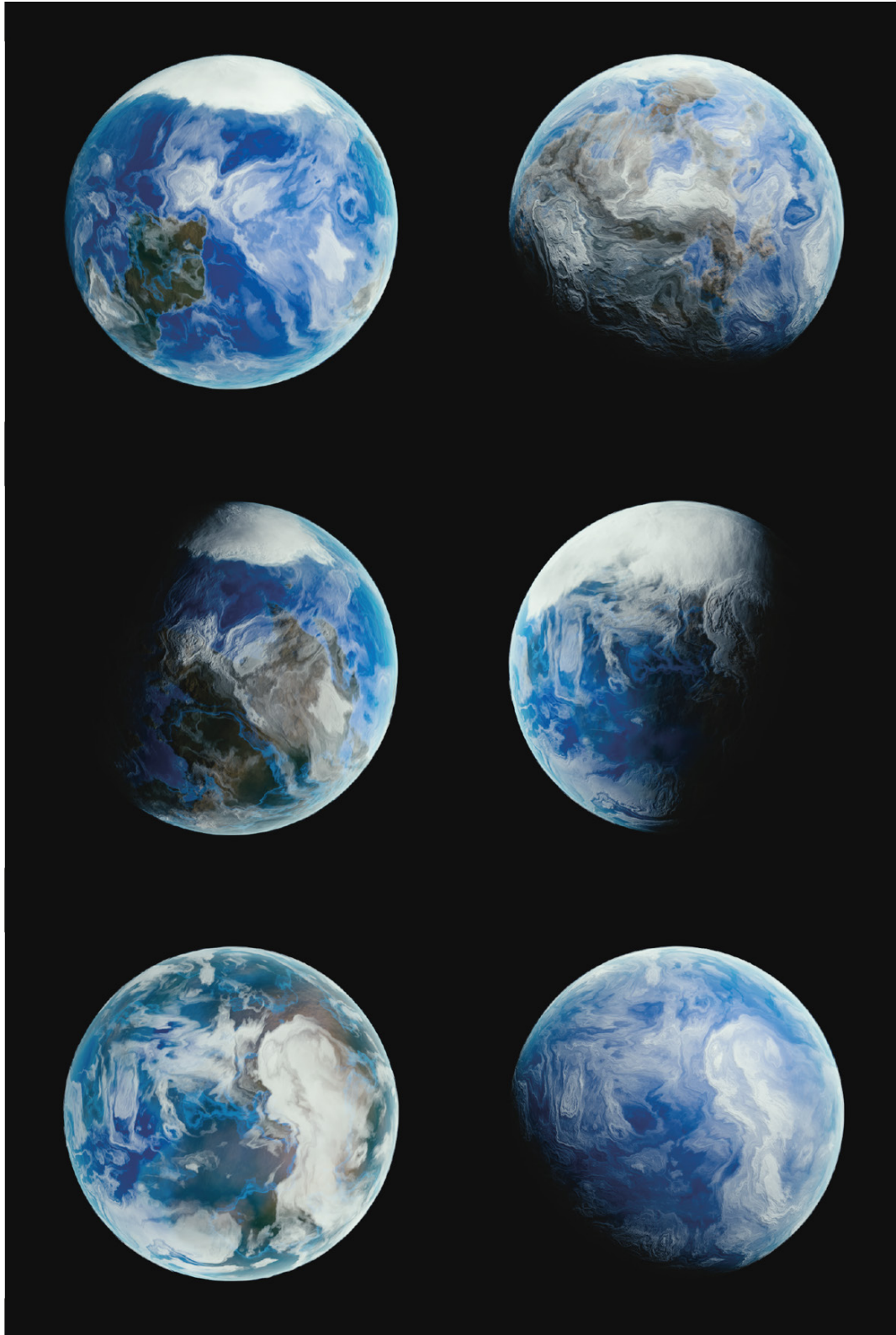


Fig. 58 – Variação de material do planeta Terra (Investigador, 2018)

As vantagens no sistema testado na figura 57, não definem só por si a agilidade encontrada na representação tridimensional e na criação de materiais complexos. Observando dois casos particulares de fenómenos astronómicos, é interessante desenvolver uma proposta de sistema automatizado para a representação de dois conceitos. A representação de luas e anéis, como encontrado no planeta Saturnos, figura 59 e 60, requerem fatores mais complexos na sua composição.



Fig. 59 – Registo fotográfico da lua de Plutão, 2017

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.nasa.gov/feature/pluto-s-big-moon-charon-reveals-a-colorful-and-violent-history>

Fig. 60 – Registo fotográfico de Saturno, s.d.

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

https://solarsystem.nasa.gov/resources/663/saturn-taken-from-voyager-2/?category=planets_saturn

Lua

Ao observar a imagem da lua, é possível analisar que a sua superfície é maioritariamente definida pela textura acentuada e pela existência de crateras e imperfeições. A transposição para o sistema de representação tridimensional implica a produção de um novo sistema de materiais dedicado apenas ao alcance do detalhe verificado na figura 59. A construção do material terá como base a criação de um método de formação de *bump* mais complexo. Na sua essência, decorre da edição de múltiplas *procedural textures*, com resultados visuais diferentes, que são combinados numa imagem aplicada à esfera que serve de suporte. A variação de escalas das crateras e a produção de fissuras expressivas na superfície da lua conferem os detalhes encontrados na análise da representação fotográfica, observada na figura 59. Cada um dos aspetos de *bump*, cor e refletividade são alteráveis com o propósito de produzir um leque de opções variado e dedicado à necessidade científica. A transposição do registo fotográfico analisado para o sistema tridimensional pode ser observada na figura 61. Na representação da lua, não são visíveis fatores anteriormente verificados como separação de materiais, presença de atmosfera ou nuvens, pela razão de não serem encontradas na observação da lua do planeta Terra. O índice de refletividade é reduzido dada a superfície rochosa, conhecida do estudo científico. A variação cromática é também limitada à aplicação de dois tons sem saturação.

Na figura 62 são apresentadas três vistas da aplicação do sistema de luas no ambiente tridimensional. A variação encontrada resume-se à alteração da densidade de crateras visíveis e do tom cromático.

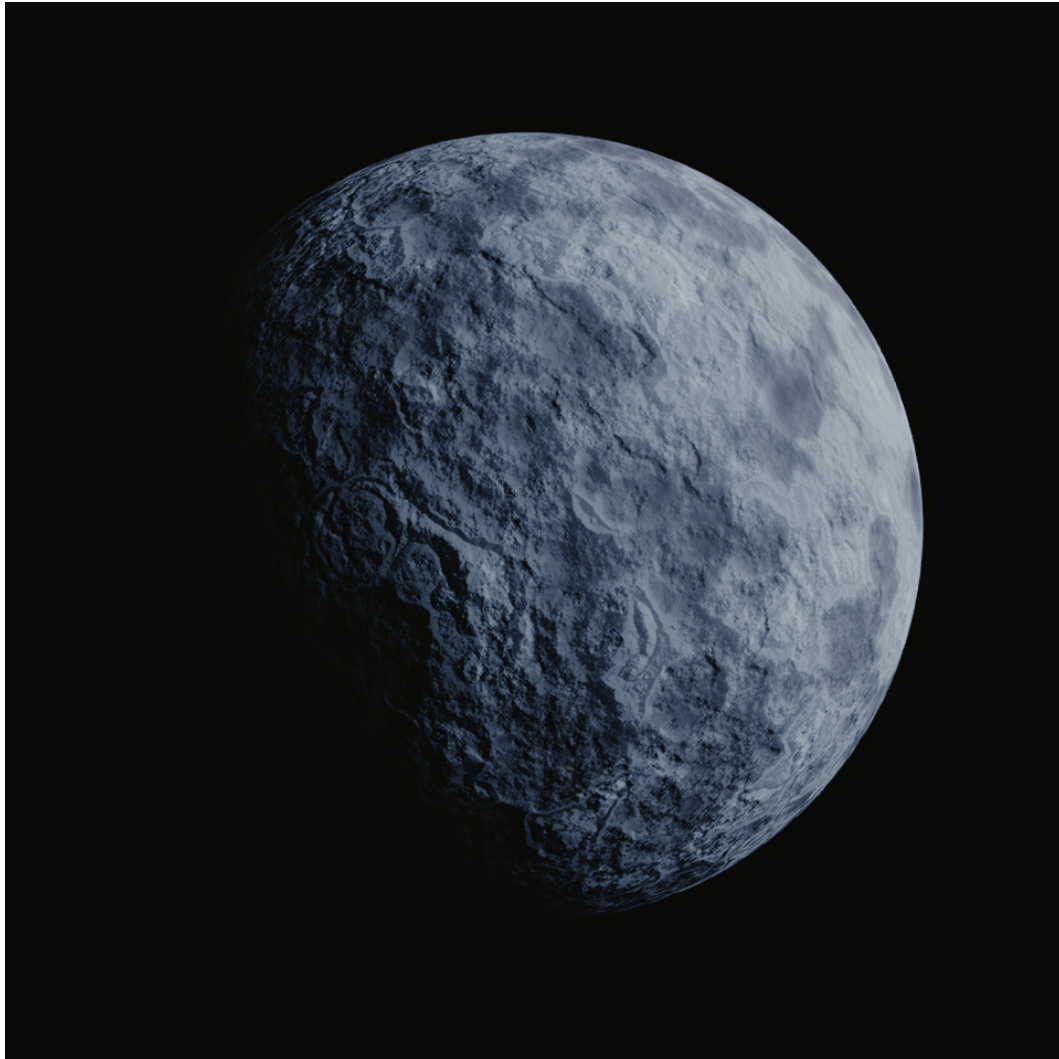


Fig. 61 – Representação tridimensional da lua, (Investigador, 2018)



Fig. 62 – Sequência ilustrativa das variações da lua em ambiente digital, (Investigador, 2018)

Anéis

O efeito observado na figura 60 é referente à existência de poeira e detritos que são capturados pela gravidade particular do planeta Saturno (Coffey, 2008, s.p.). O fenómeno é considerado, pelo mesmo autor, plausível de existir em outros planetas decorrentes de diferentes sistemas solares. Visualmente, através da observação da imagem apresentada na figura 60, é possível verificar que o efeito se define pela existência de um anel que circunda o hemisfério do planeta e que apresenta variações de transparência e opacidade na sua área. A possibilidade de existência do mesmo fenómeno noutro sistema solar permite que sejam criadas representações inspiradas no exemplo de Saturno, com base na criação de um sistema de materiais, semelhante ao criado anteriormente para a produção de planetas e luas.

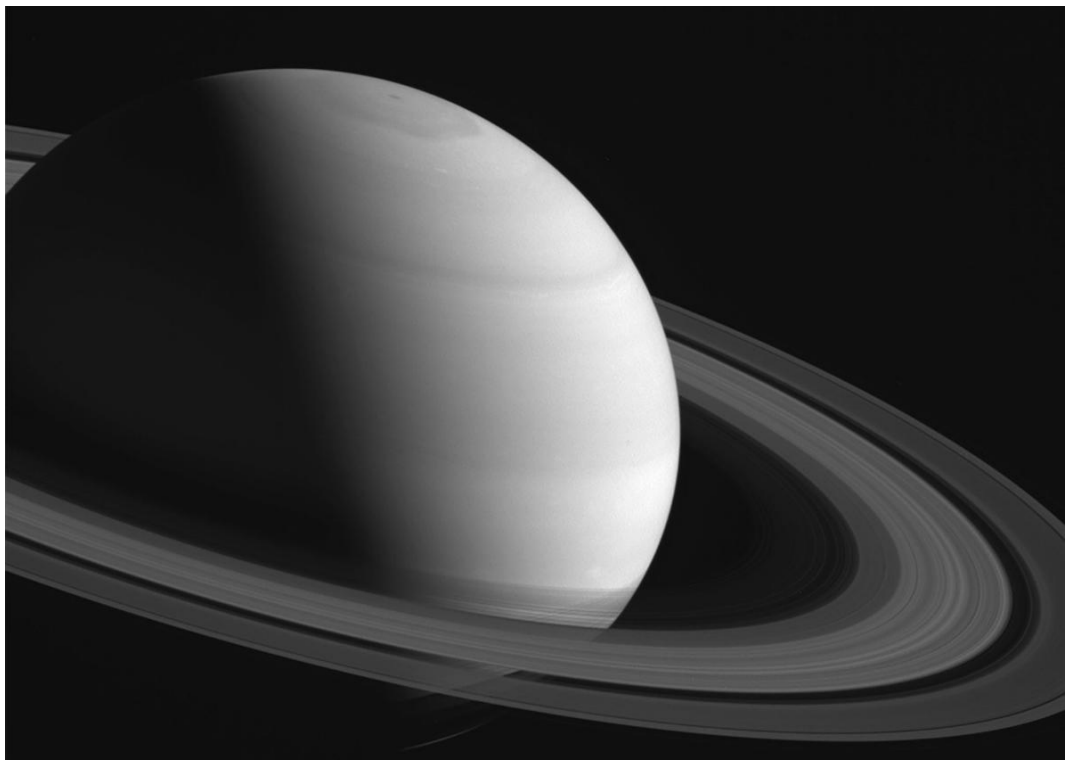


Fig. 63 – Registo fotográfico de Saturno, 2016

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://www.nationalgeographic.com/science/space/solar-system/saturn/#/01saturn-cassini.jpg>

Utilizando a mesma base de representação anteriormente adotada, é adicionado um objeto tridimensional, semelhante aos anéis de Saturno, onde será gerado e aplicado o novo sistema de materiais. A figura 64 mostra três representações do planeta, onde é possível observar a existência dos anéis, assim como a sequencia processual da aplicação de material.

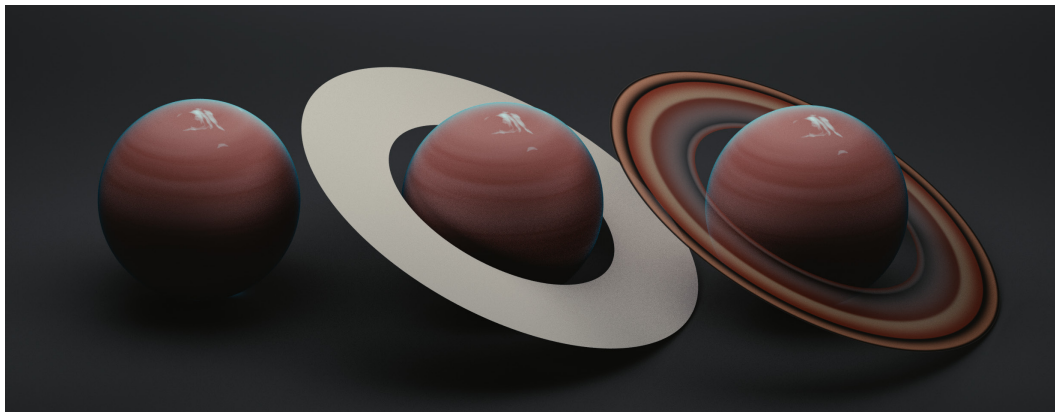


Fig. 64 – Sequencia de produção de anéis (Investigador, 2018)

Na construção do material, são utilizadas um conjunto de *procedural textures* para produzir o efeito de variação cromática e de diferenciação entre zonas transparentes e opacas. Podem ser observadas variações deste aspeto na figura 65, onde a aparência visual se altera no conjunto global da imagem. Neste sentido, o resultado conclusivo pode ser verificado na figura 66, onde é representado um planeta com características formais semelhantes às comprovadas em Saturno.

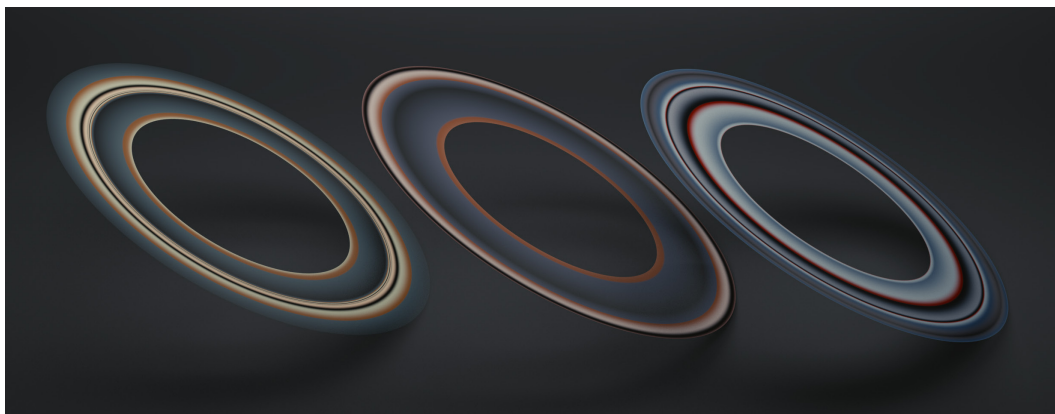


Fig. 65 – Variações de anéis produzidos em ambiente tridimensional (Investigador, 2018)

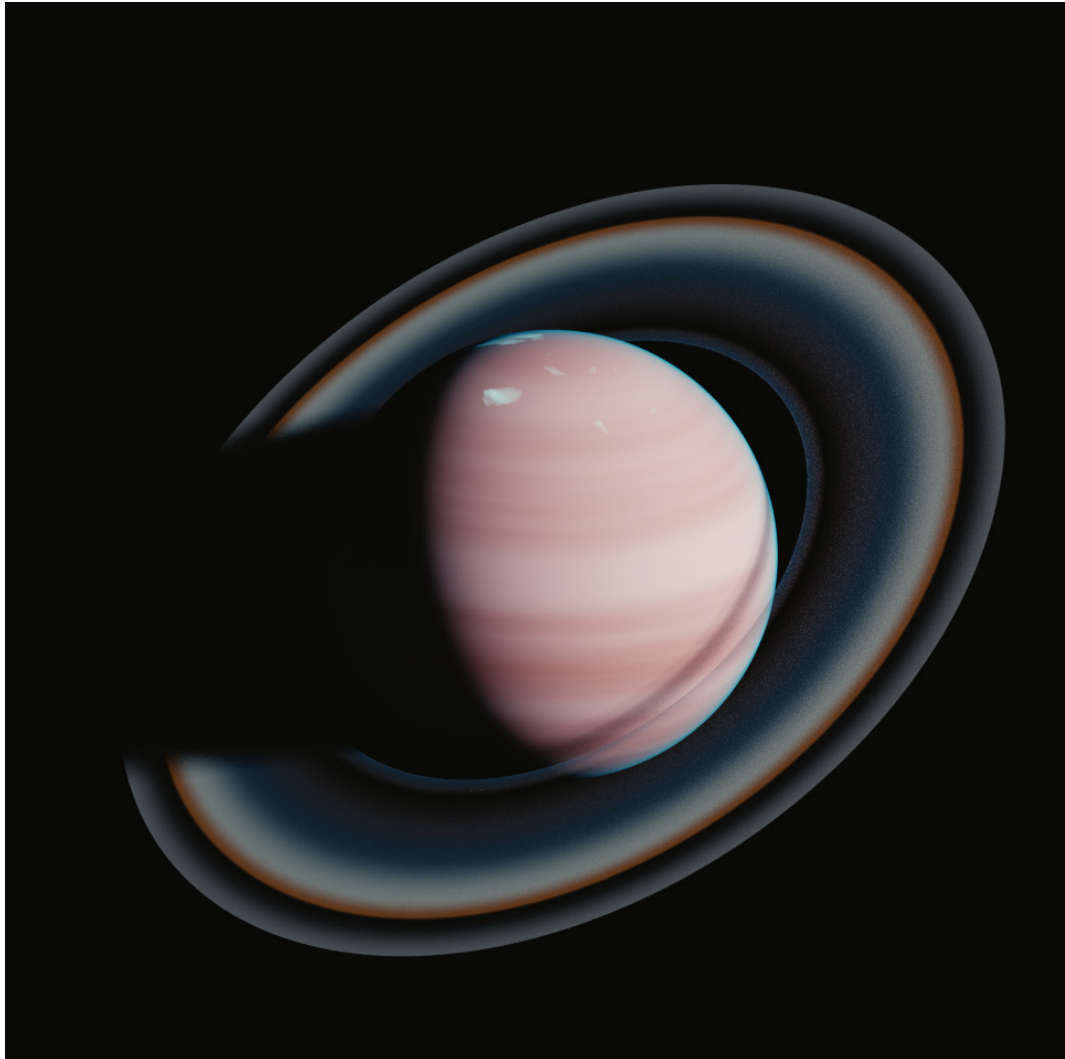


Fig. 66 – Representação tridimensional de Saturno (Investigador, 2018)

Adaptação do sistema a um caso real

Os sistemas desenvolvidos, observados à luz dos exemplos do planeta Terra, da lua e dos anéis de Saturno, resultam num conjunto de modelos automatizados para produção de imagens que cumprem a comunicação visual de um conceito científico.

O caso observado no estado da arte, referente à produção de comunicação visual do planeta Kepler 186-f, serviu o propósito de verificar a utilização de sistemas de materiais com utilidade específica, como auxiliares de entendimento de conceitos relacionados com a ciência.

Com base na imagem da figura 61 é possível observar a renderização de uma composição visual onde se insere o planeta Kepler 186-f, desenvolvida por Tim Pyle, artista visual ao serviço da NASA. A sua construção deve-se à associação de fenómenos verificados no planeta Terra, transportados para uma simulação digital da sua aparência real, servindo para ilustração para o princípio do fotorrealismo teórico de Warburton (2017). O mesmo princípio tem como objetivo testar a capacidade de adaptação do sistema desenvolvido para a produção de simulações visuais de planetas, pondo à prova as suas competências de adaptação face a um exemplo real. Desta forma, são levantadas características formais do planeta Kepler 186-f, verificadas na figura 67, e adequadas para um ambiente tridimensional, utilizando o sistema concebido anteriormente.

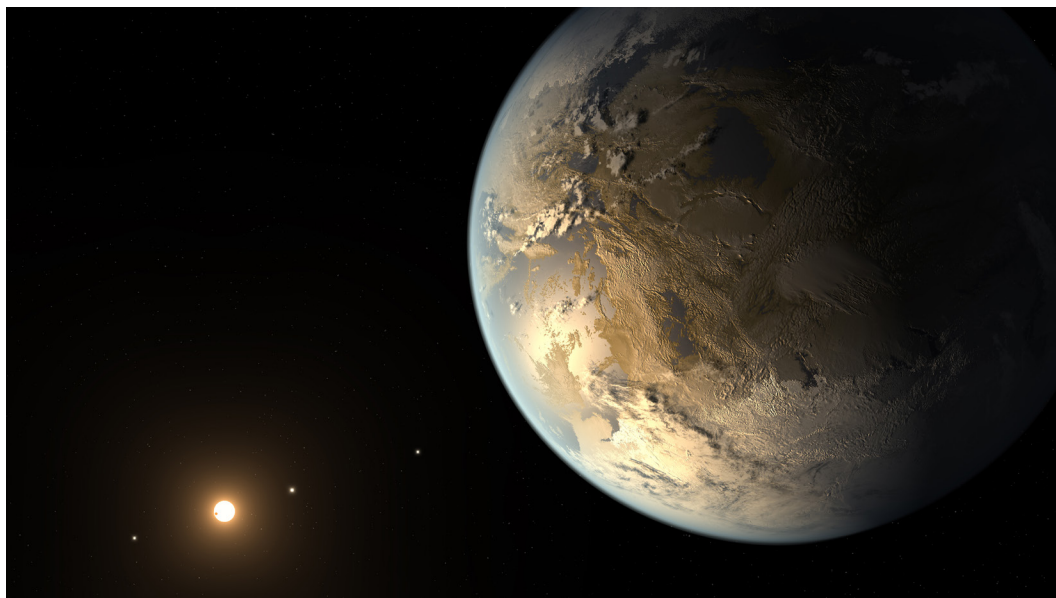


Fig. 67 – Representação tridimensional Kepler 186-f, 2014

Desenvolvido com base no artigo consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Kepler-186f#/media/File:Kepler186f-ArtistConcept-20140417.jpg>

Observando o render de Tim Pyle, é possível reconhecer a existência de continentes e oceanos, bem como o *bump* presente na superfície, assim como os detalhes encontrados na comparação de polos gelados. É notória também a presença de efeitos atmosféricos e nuvens.

Os aspetos encontrados procuram criar uma ponte entre a previsão apontada pela astronomia sobre o comportamento do planeta, face à associação com os fenómenos encontrados no estudo do sistema solar, resultando assim, na ligação entre dois conceitos. O objetivo da reprodução é conquistado quando a ponte é perceptível pelo leitor. No caso específico do planeta Kepler 186-f, o objetivo passa pela associação imediata ao planeta Terra, sendo perceptíveis e apontadas no render final detalhes que ajudem a esse entendimento.

A transposição para o ambiente tridimensional não pretende replicar com detalhe a representação de Pyle, mas utilizar como base a sua renderização para gerar múltiplos resultados possíveis de serem associados como o mesmo entendimento. Assim, foram utilizados os fatores referidos anteriormente para captar o resultado foto realista no material, sendo a cor, a refletividade e o *bump*, e encontrada uma adaptação desses princípios para gerar a figura 68. A representação utiliza fundamentos retirados da construção do sistema principal para a criação de planetas, como o *bump* e refletividade. Da análise da figura 69, é possível verificar que na variação cromática, são persistentes os tons amarelos e castanhos, bem como a cor dos oceanos que apresentam tons não tão vivos em comparação aos observados no planeta Terra. Desta forma, foram adaptados esses fatores à associação da renderização de Pyle e seguidamente adicionados efeitos atmosféricos, como a camada atmosférica bem como a existência de nuvens, e produzida a figura 68. O modelo resultante pode ser observado com as suas variações formais na figura 69.

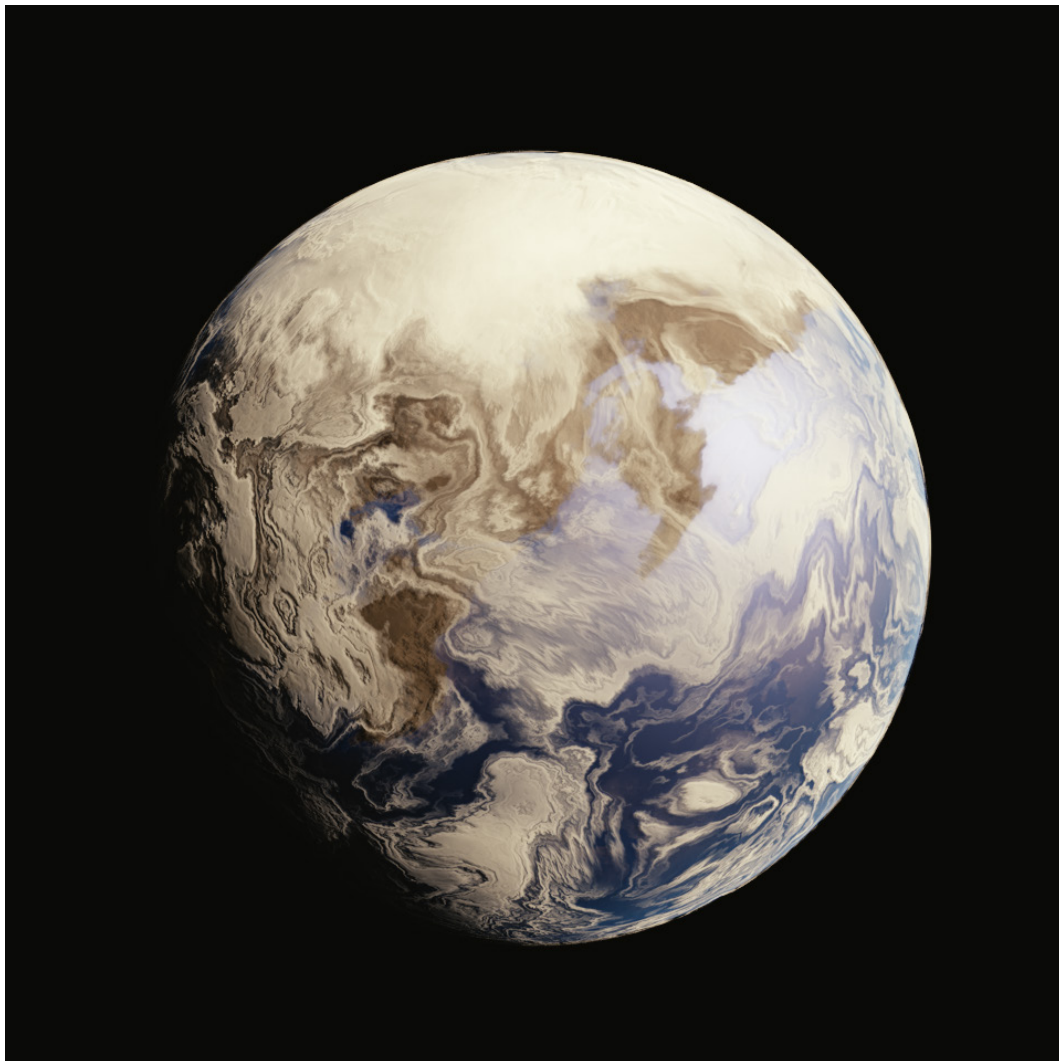


Fig. 68 – Aplicação do sistema na representação do planeta Kepler 186-f (Investigador, 2018)



Fig. 69 – Variação de resultados do planeta Kepler 186-f (Investigador, 2018)

Avaliação

Avaliação com especialistas

3. 4. Avaliação

3.4.1. Avaliação com Especialistas

Com base no estado da arte e na consequente aplicação dos conceitos assimilados na componente de projeto, foi importante submeter o trabalho à avaliação por parte de especialistas. O momento de avaliação trouxe imagens relacionadas com a produção de *procedural textures* associadas à representação de planetas e colocou-as ao entendimento de especialistas.

Como avaliadores do projeto, foram tidos em conta especialistas decorrentes de duas áreas, que colaboram em conjunto para definir a comunicação visual de ciência. Tomaram-se então investigadores ligados à astronomia e à área de ciência em geral, que fomentam pistas para o melhoramento da dissertação e na fase de avaliação do projeto. Deste modo foram selecionados três investigadores do Observatório Astronómico de Lisboa (OAL) como participantes. Foram também considerados profissionais ligados ao design de comunicação, comunicação visual e representação tridimensional, que colaboram para a avaliação do sistema enquanto recurso técnico para a criação de um produto de qualidade para a comunicação visual ao público.

A avaliação por parte dos especialistas seguiu um guião composto por dois momentos. A introdução ao tema da dissertação, seguida da exposição do problema e do projeto concebido, e num segundo momento, a avaliação da componente prática desenvolvida. O questionário pretendeu, deste modo, também avaliar dois fatores verificados na produção do estado da arte e na composição da fase de projeto. Assim, pretendeu-se avaliar o sistema em situações particulares, onde a comunicação de conceitos científicos depende do rigor visual, e dentro da produção das imagens, quais as limitações visíveis por parte dos especialistas ligados ao design e à representação tridimensional.

Foram assim submetidas um conjunto de imagens para avaliação, num primeiro momento, referentes à introdução ao sistema de planetas desenvolvido na fase de projeto. Foram selecionadas diversas vistas e variações visuais de elementos como planetas inspirados no planeta Terra, luas, anéis e simulações mais distantes dos exemplos encontrados no sistema solar. As imagens utilizadas e avaliadas pelos especialistas encontram-se apresentadas em anexo ²⁹. Na primeira fase é importante reconhecer a versatilidade do sistema em criar múltiplas variações de resultados verificados nas imagens apresentadas. Na segunda fase foi avaliada a capacidade de adaptação do sistema ao cumprimento de um caso real, inspirado no estudo do Kepler 186-f, observado e representado pela NASA no ano de 2015.

O guião do questionário pode ser encontrado no anexo D. Encontra-se dividido nas duas partes anteriormente referidas, por questão de coerência e com o objetivo de comprovar pontos distintos de cada fase.

²⁹ Consultar Anexo D

Avaliação

Interpretação dos Resultados dos Questionários

A primeira parte do questionário procura aferir junto dos especialistas, se o entendimento das representações expostas é coerente entre as áreas da ciência e do design. A verificação comprova que a ponte entre as duas áreas é benéfica pelo cumprimento das necessidades rigorosas e de carácter científico, e pela entrega do conteúdo visual ao público de forma adequada e pragmática. A segunda parte visa obter entendimento das áreas envolvidas no caso real do cumprimento de dados científicos

3.4.2. Interpretação dos Resultados dos Questionários

Com base nas avaliações dos especialistas, é possível perceber com maior foco os benefícios do sistema criado. Todos os inquiridos mostraram interesse em conhecer o projeto. Os resultados dos questionários das avaliações podem ser verificados no anexo D. Dada a abertura das questões atribuídas, os resultados são verificados com base na opinião decorrente da conversa com cada um dos especialistas.

Assim, é possível notar que o nível de entendimento foi consistente por parte dos 5 especialistas representantes das suas áreas respetivas.

De um modo geral, os especialistas inquiridos na área do design visual compreenderam com facilidade o valor das imagens produzidas. Apontam que, como método de produção, a utilização de *procedural textures* traz vantagens pelos resultados apresentados, mas referem que, da mesma forma, agilizam o processo de automatização de produção. Consideram que no seu conjunto, as imagens apresentadas cumprem o objetivo de explorar por meio visual, um conceito inovador, baseado no conhecimento já existente. Contudo, concordaram que visualmente, a representação das nuvens no planeta Terra e Kepler 186-f, não está correta em função da realidade observada em diversos exemplos. Foi referido pelo sujeito 2 o nível de detalhe encontrado no sistema é muito valorizado na relação da perspectiva com a luz incidente. O efeito de sombra produzido provoca a sensação de algo obscuro, não descoberto, e esse indício atua como elemento fundamental para a defesa do design face à responsabilidade da representação de algo não visível. É apresentada uma proposta, pelo sujeito 2, que suscita a curiosidade de um conceito que até para a própria ciência, em muitos casos, não são conclusivos.

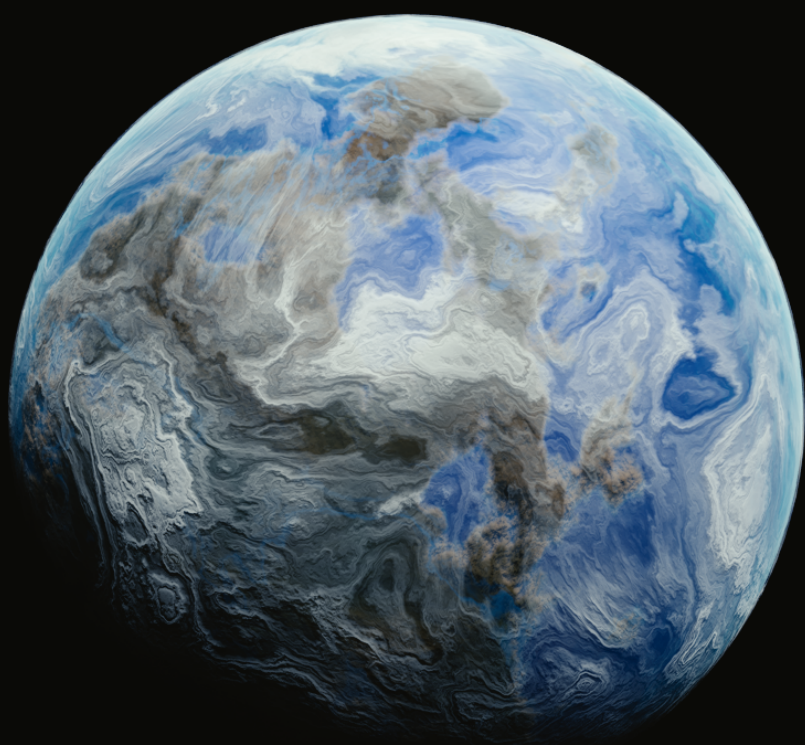
A avaliação por parte dos cientistas do OAL permitiu perceber que a imagem, como veículo de comunicação permite interações mais diretas na abordagem ao leitor. Um benefício le-vantado pelos sujeitos inquiridos na área da astronomia foi a versatilidade do projeto, face à variedade de opções de representações do mesmo corpo astronómico, que permite inúmeras imagens do mesmo planeta, e a opção adicional de gerar também luas e anéis. Reconhecem que o progresso tecnológico significa grandes avanços na descoberta de novos problemas e a combinação entre o conhecimento científico e o instrumento de comunicação visual presente no design, são áreas que promovem o entendimento geral do meio de estudo.

Na sua relação com os objetos de estudo, foi geral a reação de interesse. Com base na conversa e na discussão das capacidades técnicas do sistema, foi sugerido por todos que fosse desenvolvida uma animação que contivesse informação adicional do planeta.

No caso, muito recomendado pelos sujeitos 3 e 4, surgiu a possibilidade de exploração de detalhes da superfície de planetas em formato de animação.

Perante a conversa sobre as capacidades técnicas, o sujeito 5 revelou maior interesse sobre o modelo. Foram introduzidas diversas questões por parte do sujeito, sobre os limites do sistema que terminaram com o agrado do mesmo face ao projeto e às suas aplicações.

De forma geral, os resultados dos questionários serviram para construir um entendimento sobre a visão das duas áreas em conjunto, discutindo um projeto que é benéfico para os dois lados. Para o design, a produção de um modelo automatizado, capaz de entregar um resultado com elevado detalhe e que produza representação com aspeto real, implica a aceleração de processos de produção. A alteração de uma ou mais variáveis, com a utilização de sistemas de representação tridimensional, é benéfica porque o modelo gerado pode ser observado de múltiplos ângulos e perspetivas. Para a ciência, torna-se essencial produzir imagens que acompanhem as provas ou especulações científicas. A colaboração com o design, na entrega de um produto idealizado, concebido e focado para a gestão de uma comunicação mais incisiva, é a principal conclusão que se extrai da fase de avaliação do projeto.



4. Conclusão

4.1. Conclusão	110
4.2. Recomendações Futuras	114

Conclusão

Conclusão

4. Conclusão

4. 1. Conclusão

Com base nos resultados obtidos no decorrer da investigação, e nos passos que foram tomados, é importante reconhecer, a título de conclusão, que os sistemas de representação tridimensionais são poderosos instrumentos para a comunicação visual e o entendimento de conceitos relacionados com a ciência. Neste âmbito, a evolução acelerada da tecnologia, dos meios de informação e da quantidade de dados que são gerados consequentemente, dita que a comunicação se transforme e adapte para atingir diversos públicos.

Os sistemas de representação tridimensional são consequentes do avanço e das possibilidades tecnológicas. Desde o seu crescimento e utilização no cinema, como meio de reprodução de realidades à disposição e recorrendo ao interesse do grande público, passando pelo '*uncanny valley*' e a quebra da barreira entre a produção digital e fotográfica, os sistemas de representação tridimensional ganharam cada vez mais presença na comunicação visual. Da mesma forma, foi verificada a sua utilização gradual no design, assumindo a importância da imagem na publicidade e chegando ao público com premissas cada vez mais ousadas e adaptadas ao conteúdo associado. O cinema, assumiu numa outra fase, a responsabilidade de explorar as capacidades dos sistemas de representação tridimensional e apresentou, principalmente ao longo do último século, resultados cada vez mais reais. De acordo com as necessidades criativas, foram sendo adaptados processos de produção também mais inovadores para diminuir a barreira entre o entendimento de conteúdo real e digital, ao mesmo tempo que se incluíam benefícios na fase de produção. Funcionalidades com *motion capture* e *real time rendering* surgem com o objetivo de integrar os dois procedimentos que foram concebidos para solucionar um problema, culminado assim, num resultado cada vez mais realista e destemido, elevando a fasquia para os próximos avanços.

É possível concluir que, a utilização de sistemas de representação tridimensional apresenta um instrumento para a comunicação visual em dois níveis: por um lado, pela produção de um resultado realista de uma ideia criativa, quebrando a barreira do real e digital. Por outro, para o design, a utilização de sistemas tridimensionais é beneficiada por uma comunidade que se reúne para solucionar problemas e encontrar métodos e processos inovadores. O processo alia-se à criatividade e surge um ambiente visual que permite criar tudo. Desde o real ao irreal.

A ciência utiliza, deste modo, o design para simular conceitos complexos que são resultado do progresso tecnológico. Prova disso são os suportes e processos encontrados na relação entre a ciência e o design. Desde a ilustração científica, passando pela composição infográfica e terminado na utilização de sistemas de representação tridimensional, é importante concluir que os meios de produção de comunicação visual são tão atuais quanto a informação que é por eles transmitida.

Conclusão

Conclusão

Uma chave para relacionar a área da ciência com o design visual é, à luz da investigação, o conceito denominado de foto realismo teórico introduzido por Warburton (2017). O mesmo estabelece a vantagem da utilização de um meio visual para gerar imagens realistas, com a necessidade de apresentar ao público evidências de um conceito inovador, suposto ou invisível. A combinação entre as duas áreas resulta em algo que, como avaliado, apresenta vantagens no resultado visual e no processo de produção.

Um fenómeno interessante verificado no decorrer da fase de investigação é o facto dos autores referenciados, serem na sua maioria, redatores de artigos publicados na última década. É possível concluir, com este indicador, que a comunidade referente à representação tridimensional em geral e às suas aplicações no design e na ciência, têm encontrado cada vez mais motivações, suportes e meios para explorar os detalhes que definem os novos sistemas de comunicação visual.

A construção de um modelo de materiais assente nos conceitos verificados nos sistemas de representação tridimensional, trouxe a possibilidade da presente investigação relacionar as duas áreas estudo. Através da avaliação dos especialistas na área do design e da ciência permitiu que fosse observada a ponte evidente e a dependência dos dois campos relacionados. Foi verificado, pelas avaliações à fase de projeto que existe a presença clara dependência da ciência pela capacidade do design em encontrar soluções para problemas de comunicação e entendimento. Na comunicação visual de ciência, é visível a fronteira entre o domínio da área científica e do design visual. A ciência pretende controlar o conhecimento e necessitam do design, muitas vezes, para exportar os seus resultados de forma direta e eficaz.

Perante a investigação, é então possível concluir que a relação entre a ciência e a representação tridimensional é estabelecida quando surge a necessidade de explorar conceitos cada vez mais complexos e de os apresentar de uma forma eficaz a públicos diferenciados. O nível de entendimento científico é consequentemente superior e cabe ao design entregar a comunicação visual atualizada e incisiva.

Conclusão

Recomendações Futuras

Recomendações futuras

Com base no desenvolvimento do contexto teórico e da componente projetual que compõe o presente documento, os resultados poderão servir de sustento para futuras investigações. Na área do design de comunicação, são encontrados exemplos da utilização de sistemas de representação tridimensional na apresentação gráfica de conceitos como forma de iludir o espectador ou levá-lo a realizar uma determinada ação. Nesse sentido pode ser levantada a questão da presença dos conteúdos tridimensionais no design visual hoje em dia. Explorar de forma mais densa os motivos que foram tidos no início desenvolvimento técnico, bem como a importância da imagem tridimensional no design visual.

Dado o avanço tecnológico verificado na presente investigação, seria pertinente isolar a capacidade técnica encontrada nos exemplos decorrentes do cinema. São diversos os casos de sucesso de implementação de técnicas que são, muitas vezes, invisíveis à interpretação do público. O design depende, dessa forma, dos recursos desenvolvidos para suprimir as necessidades criativas do cinema. Seria pertinente o estudo das técnicas de produção tridimensional, os seus limites e capacidades, associados inteiramente ao cinema e à realização de concretizações criativas.

Reconhecendo as vantagens encontradas na produção de imagens com *procedural textures*, será interessante produzir uma próxima investigação onde se produzam mais materiais visuais provenientes deste método tridimensional. Seria também importante verificar a utilização de *procedural textures* na construção geométrica de modelos tridimensionais. A alteração da geometria do objeto pela aplicação de uma textura permite a criação de diversos resultados que podem ser adaptados uma vez mais ao campo da astronomia. É sugerida a exploração de produção de formas aleatórias que se assemelhem a asteróides e cometas.

Continuando no campo da ciência, seria também importante encontrar mais casos onde as comunicações visuais de conceitos científicos fossem entregues da melhor forma utilizando sistemas de representação tridimensionais. Encontrar benefícios, não tanto na parte de processos, mas sim no resultado. Verificar a quebra fenómeno do '*uncanny valley*' com a produção de conteúdo visual, sejam infografias ou posters, relacionados com a ciência, de casos complexos, onde a comunicação sustentada por métodos bidimensionais tenha dificuldades em encontrar soluções e a comunicar eficientemente com o público.

-

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

Abbe, D. 2012. IKEA Catalog Phasing Out Photography In Favor of CGI. Disponível em: <https://www.americanphotomag.com/ikea-catalog-phasing-out-photography-favor-cgi>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Acuna, K. 2014. How 4 Minutes Of CGI Dinosaurs In 'Jurassic Park' Took A Year To Make. Disponível em: <https://www.businessinsider.com.au/jurassic-park-how-cgi-was-used-2014-11>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Augur, H. 2016. Three unexpected uses for 3D printing in big data. Disponível em: <http://dataconomy.com/2016/05/three-unexpected-uses-3d-printing-big-data/>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Blichest, F. 2017. O cinema está a usar CGI bizarramente real para dar vida a actores mortos. Disponível em: <https://www.vice.com/pt/article/gybvq4/o-cinema-esta-a-usar-cgi-bizarramente-real-para-dar-vida-a-actores-mortos>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Boon, S. 2014. What is this 'science communication' you speak of? Consultado a 23 de janeiro de 2018. Disponível em: <http://www.cdnsiencepub.com/blog/what-is-this-science-communication-you-speak-of.aspx>

Buis, J. 2016. This girl isn't real, and it's proof that CGI isn't creepy anymore. Disponível em: <https://thenextweb.com/creativity/2016/09/09/cgi-girl-isnt-real/>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Chavez, D. 2012. Is 3D Visualization the Next Step For Big Data? Disponível em: <https://www.wired.com/insights/2012/11/3d-visualization-big-data/>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Chow, D. 2012. How Mars Rover Curiosity's Nail-Biting Landing Works (Pictures) Disponível em: <https://www.space.com/16503-photos-mars-science-laboratory-curiosity-landing-guide.html>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Coffey, J. 2008. What are Saturn's Rings Made Of? Disponível em: <https://www.universetoday.com/15300/what-are-saturns-rings-made-of/>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Collins, D. 2015. The Visual Effects of Interstellar: Bridging Art and Science. Disponível em: <https://www.siggraph.org/discover/news/visual-effects-interstellar-bridging-art-and-science>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Debczack, M. 2017. Why DNA Is So Hard to Visualize. Disponível em: <http://mentalfloss.com/article/504276/why-dna-so-hard-visualize>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Referências Bibliográficas

Dent, S. 2017. Remembering the first 'photo' of a black hole. Disponível em: <https://www.engadget.com/2017/04/19/black-hole-image-jean-pierre-luminet/>. Consulta-do a 8 de outubro de 2018.

Díaz, J. 2017. The Weird, Wild Future Of CGI. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/90147151/what-lies-beyond-the-uncanny-valley>. Consul-tado a 8 de outubro de 2018.

Dogson, L. 2017. Boston schools have introduced a new world map — but it's just as wrong as the one you're familiar with. Disponível em: <http://uk.businessinsider.com/boston-school-gall-peters-map-also-wrong-mercator-2017-3>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Ebert, D. Musgrave, F. Peachy, D. Perlin, K. Workey, S. 1985. Texturing & Modeling a Procedural Approach, Terceira Edição. Morgan Kaufmann Publishers, São Francisco.

Ekwurzel, B. 2016. How Important is NASA Research? The World Depends on It—And So Do You. Disponível em: <https://blog.ucsusa.org/brenda-ekwurzel/how-important-is-nasa-research>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Encyclopedia Britannica, 2018. Mercator projection. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Mercator-projection>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Gadepally, V. Zachary, J. s.d. Using 3D Printing to Visualize Social Media Big Data. MIT Lincoln Laboratory, Massachusetts.

Gordon, M. 2016. Computer-Generated Imagery (Cgi) – What Is It & How Does It Work? Disponível em: <https://greenlightpix.com/blog/cgi-what-is-it-how-does-it-work/>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Harris, J. 2016. All maps are wrong. I cut open a globe to show why. Disponível em: <https://www.vox.com/world/2016/12/2/13817712/map-projection-mercator-globe>. Consul-tado a 8 de outubro de 2018

Hurt, R. 2016. The NASA Illustrator Who Hides Sci-Fi Easter Eggs in Official Images of Space | WIRED Lab. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=F4v8rytVy50&t=19s>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Kushins, J. 2014. Why IKEA's Mostly Computer-Generated Catalogue Will Soon Be The Norm. Disponível em: <https://www.gizmodo.com.au/2014/08/why-ikeas-mostly-computer-generated-catalog-will-soon-be-the-norm/>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Mexia, P. 2007. Rinoceronte de Dürer. Disponível em: <https://www.publico.pt/2007/09/29/jornal/o-rinoceronte-de-durer-231629> . Consultado a 8 de outubro de 2018

Meier, A. 2013. When Art Was the Scientist's Eye: 400 Years of Natural History Illustrations. Disponível em: <https://hyperallergic.com/97027/when-art-was-the-scientists-eye-400-years-of-natural-history-illustrations/> . Consultado a 8 de outubro de 2018

Modzy, M. 2017. The Art and Details of Scientific Illustration. Disponível em: <https://nhmu.utah.edu/blog/2017/01/29/art-and-details-scientific-illustration> . Consultado a 8 de outubro de 2018

Mori, M. 2012. The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/autaton/robotics/humanoids/the-uncanny-valley>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Nolan, C. Thomas, E. 2015. The Science of Interstellar.

Paerson, J. 2014. MIT Researchers 3D Printed a Scale Model of the College to Visualize Big Data. Disponível em: https://motherboard.vice.com/en_us/article/78xwjb/mit-researchers-3d-printed-a-scale-model-of-the-college-to-visualize-big-data. Consultado a 8 de outubro de 2018

Passini, E. 2018. Why computer simulations should replace animal testing for heart drugs. <https://theconversation.com/why-computer-simulations-should-replace-animal-testing-for-heart-drugs-93409>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Pavid, K. 2016. Capturing colour: the art of scientific illustration. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/discover/the-art-of-scientific-illustration.html> . Consultado a 8 de outubro de 2018.

Pietroni, N. 2007. A survey on solid texture synthesis. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Press, G. 2014. 12 Big Data Definitions: What's Yours? Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/09/03/12-big-data-definitions-whats-yours/#4f3b130513ae>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Price, A. 2016. Photorealism Explained. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R1-Ef54uTeU&t=2180s>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Queiró, J. 2002. Pedro Nunes e as linhas de rumo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R1-Ef54uTeU&t=2180s>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Rettner, R. 2017. DNA: Definition, Structure & Discovery. Disponível em: <https://www.livescience.com/37247-dna.html>. Consultado a 8 de outubro de 2018

-

Referências Bibliográficas

Ruete, A. 2017. What is Science Communication? - The EU Guide to Science Communication. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4E8rXg3Nv7U>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Scientific American. 2015. Cartography: Flattening Earth. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/cartography-flattening-earth/>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Scharping, N. 2016. Finally, a World Map That Doesn't Lie. Disponível em: <http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/2016/11/03/most-accurate-world-map/#.W7trRBiZNdA>. Consultado a 8 de outubro de 2018

Scott, G. 2017. 5 Lifelike Robots That Take You Straight Into the Uncanny Valley. Disponível em: <https://www.inverse.com/article/36745-5-lifelike-robots-that-take-you-straight-into-the-uncanny-valley>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Smith, R. 2017. What is Science Communication? - The EU Guide to Science Communication. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4E8rXg3Nv7U> . Consultado a 8 de outubro de 2018.

Spector, D. 2012. Mars Rover Scientist Learns A Tough Lesson About The Internet. Communication. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/mars-rover-scientist-john-grotzinger-on-curiosity-find-2012-12> . Consultado a 8 de outubro de 2018.

Tirapicos, L. 2005. O Rinoceronte de Dürer. Disponível em <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/e71.html> . Consultado a 8 de outubro de 2018.

Warburton, A. 2017. Goodbye Uncanny Valley. Disponível em: <https://vimeo.com/channels/staffpicks/237568588>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Wilson, M. 2014. 75% Of Ikea's Catalog Is Computer Generated Imagery. Disponível em <https://www.fastcompany.com/3034975/75-of-ikeas-catalog-is-computer-generated-imagery>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Wong, F. 2012, Why CG Sucks (Except It Doesn't). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bL6hp8BKB24>. Consultado a 8 de outubro de 2018.

Bibliografia

Acuna, K., 2014. How 4 Minutes Of CGI Dinosaurs In 'Jurassic Park' Took A Year To Make Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em <http://www.businessinsider.com/how-cgi-works-in-jurassic-park-2014-7>

Blichert, F., 2017. O cinema está a usar CGI bizarramente real para dar vida a actores mortos. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.vice.com/pt/article/gybvq4/o-cinema-esta-a-usar-cgi-bizarramente-real-para-dar-vida-a-actores-mortos>

Boon, S., 2014. What is this 'science communication' you speak of? Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <http://www.cdnsiencepub.com/blog/what-is-this-science-communication-you-speak-of.aspx>

Cezzar, J., 2017. What is Graphic Design? Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.aiga.org/guide-what-is-graphic-design>

Collins, D., 2015, The Visual Effects of Interstellar: Bridging Art and Science. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.siggraph.org/discover/news/visual-effects-interstellar-bridging-art-and-science>

Debczak, M., 2017. Why DNA Is So Hard to Visualize. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <http://mentalfloss.com/article/504276/why-dna-so-hard-visualize>

Grossman, R., 2014. Science communication: could you explain it to your granny? Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em <https://www.theguardian.com/science/blog/2014/oct/10/science-communicators-quantum-physics-granny>

Huls, A., 2013. The Jurassic Park Period: How CGI Dinosaurs Transformed Film Forever. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/entertainment/archive/2013/04/the-i-jurassic-park-i-period-how-cgi-dinosaurs-transformed-film-forever/274669/>

Johnson, B., 2009. The technological secrets of James Cameron's new film Avatar. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.theguardian.com/film/2009/aug/20/3d-film-avatar-james-cameron-technology>

Lourenço, M., 2014. Isto não são fotografias de peixes, são desenhos científicos. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em <https://www.publico.pt/2014/07/01/ciencia/noticia/isto-nao-sao-fotografias-sao-desenhos-cientificos-de-peixes-1661039>

-

Bibliografia

Meier, A., 2013. When Art Was the Scientist's Eye: 400 Years of Natural History Illustrations. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em <https://hyperallergic.com/97027/when-art-was-the-scientists-eye-400-years-of-natural-history-illustrations/>

Mexia, P., 2007. O rinoceronte de Dürer. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em <https://www.publico.pt/2007/09/29/jornal/o-rinoceronte-de-du-rer-231629>

Mozdy, M., 2017. The Art and Details of Scientific Illustration. Consultado a 23 de janeiro de 2018. Disponível em <https://nhmu.utah.edu/blog/2017/01/29/art-and-details-scientific-illustration>

Orfano, F., 2011. Importance of Digital Technology in Films. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <http://www.brighthub.com/multimedia/video/articles/60023.aspx>

Pavid, K., 2016. Capturing colour: the art of scientific illustration. Consultado a 23 de janeiro de 2018. Disponível em <http://www.nhm.ac.uk/discover/the-art-of-scientific-illustration.html>

Price, A., 2016. Beginners Guide to Learning 3D Computer Graphics [Video]. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VT5oZndzj68>

Ruette, A., 2017. What is Science Communication? - The EU Guide to Science Communication. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4E8rXg3Nv7U>

Slick, J., 2017. What Is 3D Modeling? Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>

Smith, R., 2017. What is Science Communication? - The EU Guide to Science Communication. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4E8rXg3Nv7U>

Thomas, Emma., 2014. Interstellar – Building A Black Hole – Official Warner Bros. [Vídeo] Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MfGfZwQ_qaY

Trivedi, G., 2013. The Importance of 3D Animation and Visualization in Construction and Manufacturing. Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <http://www.truecadd.com/news/the-importance-of-3d-animation-and-visualization-in-construction-and-manufacturing>

Wong, F. (2015) Why CG Sucks (Except It Doesn't). Consultado a 13 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bL6hp8BKB24>



Anexos

A Transcrição da gravura do Rinoceronte de Dürer	126
B Entrevista a João Marchate, Nebula Studios	128
C Questionário de Avaliação	130
D Imagens submetidas a avaliação por parte dos especialistas	132
E Tabela de Respostas	136

Anexos

Transcrição da Gravura do Rinoceronte de Dürer

A. Transcrição da gravura do Rinoceronte de Dürer

*"On 1 May (...) was brought from India to the great and powerful king Emanuel of Portugal at Lisbon a live animal called a rhinoceros. His form is here represented. It has the colour of a speckled tortoise and it is covered with thick scales. It is like an elephant in size, but lower on its legs and almost invulnerable. It has a strong sharp horn on its nose which it sharpens on stones. The stupid animal is the elephant's deadly enemy. The elephant is very frightened of it as, when they meet, it runs with its head down between its front legs and gores the stomach of the elephant and throttles it, and the elephant cannot fend it off. Because the animal is so well armed, there is nothing that the elephant can do to it. It is also said that the rhinoceros is fast, lively and cunning."*³⁰

Consultado a 8 de setembro de 2018. Disponível em:

http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=1344252&partId=1

³⁰ T.L. "A 1 de maio (...) foi trazido da Índia para o grande e poderoso rei Emanuel de Portugal em Lisboa um animal vivo chamado rinoceronte. A sua forma está aqui representada. Tem a cor de uma tartaruga salpicada e está coberta de escamas grossas. É como um elefante em tamanho, mas mais baixo nas pernas e quase invulnerável. Tem um chifre forte e agudo no nariz que aguça nas pedras. O animal estúpido é o inimigo mortal do elefante. O elefante tem muito medo dele quando, ao se depararem, ele corre com a cabeça para baixo entre as patas dianteiras e estilhaça o estômago do elefante e o estrangula, e o elefante não consegue afastá-lo. Porque o animal está tão bem armado, não há nada que o elefante possa fazer. Também é dito que o rinoceronte é rápido, vívido e as-tuto".

Anexos

Entrevista a João Marchante, Nebula Studios

B. Entrevista a João Marchante, Nebula Studios

Apresentação

João Marchante é produtor executivo da Nebula Studios. Assume-se como um estúdio de animação 2D e 3D que trabalha maioritariamente para o mercado publicitário. Trabalha para agências publicitárias, e algumas vezes diretamente com clientes finais, que necessitam de materializar uma ideia criativa em 2D ou 3D. O estúdio assume-se também como produtora de filmes com base em imagem real

I: Qual a definição do conceito de 3D?

JM: Perante a definição do conceito de 3D ser assumido como a apropriação do eixo do x e do y mais o z, vale relembrar que existem *software* de animação 2D que utilizam o eixo do z para provocar o efeito de profundidade. A utilização de sistemas 2D ou 3D é considerada perante a natureza e o objetivo do projeto que o cliente necessita. Há que saber jogar com os tipos de *software* para rentabilizar tempo de produção do projeto. O que define se o projeto é 2D ou 3D é o seu *look* final.

Qual é o papel do 3D no design de comunicação?

JM: Cada um tem a sua função. A animação 2D e 3D têm funções que são características e que definem a expressão da animação. São ambos essenciais e têm o seu papel muito vincado na comunicação hoje em dia. A forma mais ágil e economicamente rentável é muitas vezes a preferida no âmbito da publicidade. Neste contexto posso dizer que dois *software* expressamente focados para a produção 3D como Cinema 4D e 3DMax, têm vantagens e desvantagens e são otimizados para diferentes tipos de comunicação visual.

Qual o melhor exemplo de onde o 3D assume a identidade da comunicação?

JM: O exemplo mais próximo que posso referir é campanha da Popota, para os supermercados Continente, na qual a Nebula Studios participou com a produção imagens estáticas em 3D. Conquistou o conhecimento e a simpatia pela parte dos portugueses, e esse era o objetivo da marca. Tratando-se de uma campanha comercial, a agência teve de produzir e garantir o controlo de todos os materiais visuais que compunham a campanha publicitária.

Qual a principal limitação que encontra hoje no 3D?

JM: Uma pergunta interessante. O problema que tem sido recorrente ao longo dos anos é o processo de *render*. Refere que sempre foi um processo muito demorado e que consumia muito tempo e recursos, tanto tecnológicos, como económicos. Para prevenir erros e evitar repetir o *render*, é importante referir o avanço nas ferramentas de *preview* que possibilitam trabalhar em tempo real com uma aproximação do *render* final. Graças aos avanços tecnológicos, também é salientada a renderização em GPU e cross device para além do *render* em CPU, vulgarmente utilizado.

Qual o papel do 3D na comunicação de ciência?

JM: Confesso não ser a pessoa ideal para responder a esta pergunta. No fundo tudo o que se possa traduzir em imagens ou animações, o 3D pode fazê-lo. Por definição o 3D é a criação da ilusão. Tornar visível o que não é visível e materializar ideias.

Como vê o uso de tecnologias de representação tridimensional ao serviço da publicidade, tendo em conta os resultados foto realistas atingidos?

JM: Concorde plenamente com a utilização de modelos 3D na composição dos catálogos. A facilidade com que as cenas podem ser criadas e recriadas, atingir o ponto de alterar a cor, proporção, forma e translação é um grande passo em comparação à realização fotográfica. Acho um uso inteligente da tecnologia face a um problema real.

Neste exemplor, comparo a componente do mundo do mobiliário, que é muito físico e com muitas variações, à facilidade de converter modelos tridimensionais para compor cenas para serem renderizadas. É claramente um caso de estudo de gestão de recursos.

Por exemplo, acho a comunicação do IKEA um caso mais meritório do ponto de vista prático,, em comparação à criação de papers sobre o buraco negro do Interstellar. Posso-te dizer que hoje em dia as capacidades técnicas dos *software* são mais que capazes para atingir o resultado fotográfico. Todos os exemplos que explorarem essa capacidade são importantes casos de sucesso da boa utilização da tecnologia.

C. Questionário de Avaliação

O presente questionário cumpre o propósito de verificação do projeto realizado num âmbito da dissertação teórico prática, inserido no curso de Design de Comunicação da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.

A seguinte coleção de imagens é referente à construção de um sistema de materiais para a produção automatizada de planetas e elementos astronómicos, sejam luas ou anéis, gerada em ambientes de representação tridimensional. Com base na teoria de Warburgton (2017), a ciência depende da capacidade de reprodução de imagens foto realistas, concebidas pelo design de comunicação visual, para ilustrar conceitos conhecidos e que não têm fundamentação fotográfica. Esta relação entre a ciência e o design, como forma de simular conceitos através da utilização da imagem, é designada por foto realismo teórico, e resulta no entendimento mais generalizado e adequado a um vasto público.

Neste sentido, são apresentados conjuntos de imagens que representam a ilustração tridimensional de um planeta, de uma lua e dos anéis que ocorrem em determinados planetas (semelhante ao exemplo de Saturno). Tendo em conta a observação atenta das imagens, apresente as suas considerações de acordo sobre as seguintes questões:

1. Considera que as representações dos elementos astronómicos cumprem os requisitos procurados pela comunicação visual e científica?

1.1. Indique a sua justificação.

2. Com base no contexto e objetivo sugerido pelas imagens apresentadas, reconhece vantagens na utilização de sistemas de representação tridimensional para a comunicação visual de ciência?

3. Concorde que no seu conjunto, as representações cumprem a função de provocar o entendimento sobre um planeta desconhecido?

Tendo em consideração o conjunto apresentado anteriormente, são apresentadas 6 imagens que foram concebidas por forma a cumprir um conjunto específico de conceitos científicos. As representações tiveram a sua origem no render do planeta Kepler 186-f, descoberto pela NASA no ano de 2015, e procuram apresentar a vantagem do sistema em gerar planetas foto realistas.

Tendo em conta a observação atenta das imagens, apresente as suas considerações de acordo sobre os seguintes temas:

4. Considera que as representações apresentadas provocam o entendimento da existência de um outro planeta, com características semelhantes ao planeta Terra?

4.1. Indique a sua justificação.

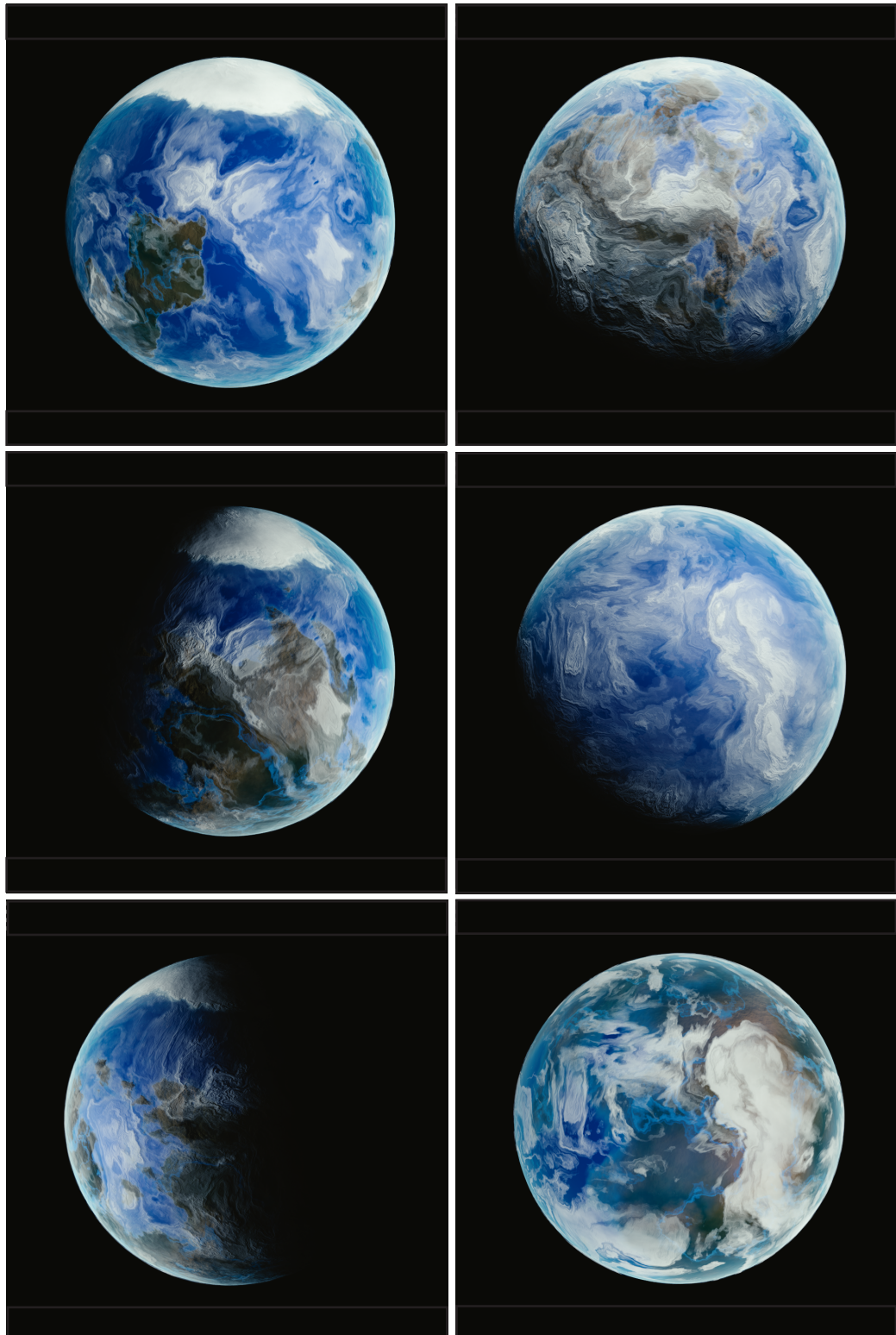
Anexos

Imagens submetidas a avaliação por parte dos especialistas

5. Reconhece que o sistema desenvolvido oferece à ciência um instrumento de produção de conteúdo visual versátil na adaptação de factos rigorosos, provenientes do campo da astronomia.

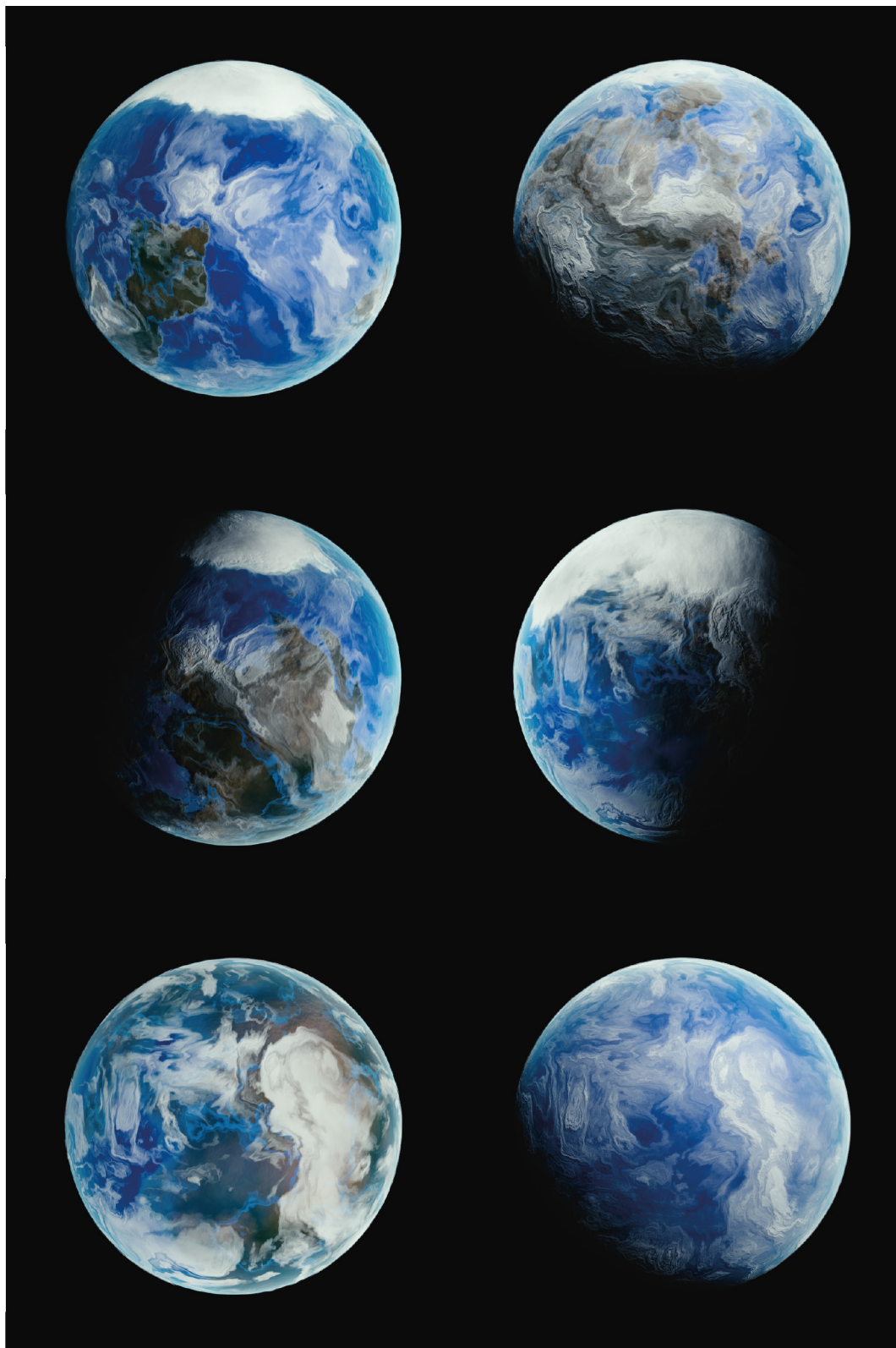
6. Tendo em conta o alcance do realismo das imagens anteriormente expostas, considera que o sistema concebido apresenta condições para gerar conteúdo visualmente apelativo à comunidade não científica?

D. Imagens submetidas a avaliação por parte dos especialistas



Anexos

Imagens submetidas a avaliação por parte dos especialistas







E. Tabelas de Resposta

	Nicole Leite — Sujeito 1 DDB Lisboa Creative Agency Diretora de Arte	Julio Aymoré — Sujeito 2 DDB Lisboa Creative Agency Diretor Criativo
Questão 1	Avaliando como imagens, penso que resultam bem. São facilmente distinguíveis (os planetas, as luas e os anéis). São associáveis com o entendimento geral do que são planetas que tenho e penso que no seu conjunto, funcionam de forma coesa e perceptível.	Sim, estão bem produzidas. Apesar do sistema ser concebido com base numa função que gere texturas de forma aleatória... Esse espectro é ideal para criar este tipo de imagens. Na minha opinião, no seu conjunto, as imagens conseguem entregar de forma ágil diferentes conceitos dentro do campo da ciência e astronomia.
Questão 2	Reconheço que as imagens resultantes do sistema apresenta-do podem claramente ser utilizadas como auxiliar visual para o entendimento de conceitos científicos.	As imagens, na minha opinião, resultam, porque conseguem representar com clareza o que pretendem comunicar. Dessa forma, são obviamente um instrumento adicional para a comunicação visual de ciência, sim.
Questão 3	Sim, são relacionáveis com os planetas e luas e anéis que encontramos no nosso sistema solar, por isso, as imagens conseguem entregar de forma realista a representação dos elementos apresentados.	Sim, são perfeitamente perceptíveis as diferenças entre os elementos. A direção da luz, nestes casos assume uma importância muito assumida. Faz a ligação com algo relacionado com o estilo do cinema. Meio encoberto, mas apresentando alguns detalhes. Gosto disso.
Questão 4	Sim, são claras as semelhanças do render com a associação ao planeta Terra. As nuvens, os continentes, o mar, são reconhecidos. No entanto, reparo que nas imagens do planeta Terra e o planeta Kepler 186-f, as nuvens não estão exatamente bem representadas. Penso que, com base na associação fotográfica, o comportamento das nuvens não é exatamente assim, existe um efeito de arrastamento que não é bem assim na verdade. Nota-se também pela diferença de cor entre os dois planetas. Percebe-se que é semelhante ao planeta Terra, mas não é exatamente o mesmo.	Sim, neste caso, a representação do planeta parece-me consistente, talvez as nuvens não sejam exatamente dessa forma, mas não é nada que me faça distrair do objetivo da imagem. Ainda por cima, por se tratar de um sistema automatizado, a vantagem de poder alterar as variáveis, é levada em conta da produção de várias opções. Por outro lado, falamos de um planeta que não foi ainda diretamente observado, de modo a que pode ser uma decisão pertinente alterar ligeiramente a forma das nuvens, no caso.
Questão 5	Bem, apenas posso avaliar no ponto de vista da comunicação visual. Com os exemplos que vi, penso que a variação de resultados é uma grande vantagem, que na verdade é um benefício para o design, na medida que acelera e expande demais a produção deste tipo de imagens.	Claro, como referi anteriormente, a vantagem da utilização destes modelos é muito pertinente na comunicação científica. Ainda para mais o facto de ser altamente personalizável oferece-nos a vantagem de podermos ajustar e definir um número ilimitado de resultados que se aplicam a diversas situações.
Questão 6	Sim, a principal vantagem é produção de imagens realistas, parecidas com a realidade. O problema principal, a meu ver, é a qualidade de representação das nuvens. Ainda não estão bem produzidas. Contudo, as imagens que não dependem desse fator, como as luas e os anéis são claramente beneficiadas pela sua realçã com a realidade.	Sim, completamente. Como designers, a nossa principal função é entregar a mensagem da melhor forma ao público. Ainda para mais, falando de temas que não são observáveis, o sucesso da comunicação nesse sentido, passa por representar algo ao nível da fotografia. Considero que o sistema e as imagens produzidas resultam muito bem.

Tabela 1 - Avaliação por parte de especialistas da área da design de comunicação

Anexos

Tabela de Respostas

	Pedro Machado — Sujeito 3 Investigador Observatório Astronómico de Lisboa Investigador Especialista Observação Planetária e Atmosfera Planetária	Gabriela Gilli — Sujeito 4 Investigador Observatório Astronómico de Lisboa Investigadora Especialista Modelação Atmosférica
Questão 1	São imagens bem feitas e correspondem, na sua maioria aos requisitos necessários. São claros os rios, os continentes os oceanos, esses aspetos que se traduzem no nosso entendimento do planeta Terra, luas e anéis.	As imagens são principalmente muito bonitas e elegantes. Reconheço a existência dos elementos essenciais à associação ao planeta Terra, às luas e aos anéis. Os detalhes do clareamento da atmosfera, às nuvens, são pormenores que conferem maior realismo às imagens.
Questão 2	É perceptível o potencial do conjunto das imagens criadas. Para nós, investigadores é realmente uma vantagem poder contar com a imagem em si para ajudar a comunicação. Ajuda sempre. Do ponto de vista científico, à partida, encontro alguns erros, mas são superficiais e facilmente são adaptados à realidade.	Sim, considero que as imagens, no seu geral cumprem a necessidade de transmitir um conceito geral ao utilizador. Visualmente são muito interessantes, ainda para mais pela possibilidade de poder gerar inúmeras variações para o mesmo resultado
Questão 3	Sim, a versatilidade do sistema apresenta a vantagem de se poderem gerar inúmeras variações de resultados. Ainda para mais, existem indícios de centenas de exo planetas que são pertinentes na criação de imagens. A opção entre as três possibilidades (planetas, luas e anéis) expande o alcance de possibilidades.	Sim, reconheço que, para a sociedade, a qualidade parece fotográfica e chama a atenção. Mas noto algumas incongruências e imprecisões científicas. O alinhamento dos anéis no caso de Saturno principalmente. No entanto, e tratando-se de uma suposição, agra-da-me observar as vantagens persentes nos quatros conjuntos de imagens.
Questão 4	As imagens não me parecem nada más. O problema, na minha opinião com a comunicação científica hoje em dia é o desfasamento que a comunicação social gera em relação às realidades. Nós não conhecemos assim tão bem os exo planetas, tal como não conhecemos o fundo dos nossos oceanos. As imagens são poderosos instrumentos de comunicação e têm de ser utilizadas com responsabilidade. Não sei se a qualidade científica exposta na imagem de Tim Pyle é mesmo definitiva, não é certo ainda, mas é importante saber que existem ferramentas visuais que nos ajudem e deem instrumentos para a comunicação correta de conceitos científicos.	Sim, são fantásticas as imagens. São facilmente associáveis (A representação de Tim Pyle e os renders apresentados). As imagens são bonitas e, na minha opinião, podem ser utilizadas em suportes para a comunicação científica.
Questão 5	Como disse anteriormente, as imagens, na minha opinião passam perfeitamente a mensagem. Os detalhes como os polos, os rios e a cor do exo planeta são bases para a representação de mais e mais resultados, penso eu.	Sim, como disse anteriormente é notória a versatilidade do sistema, isso é muito importante na nossa área. São tantos os casos possíveis, de modo que fica muito difícil para nós organizar as variações dos objetos. No final, quem ganha é o utilizador e a comunidade científica, no fundo.
Questão 6	Claro, sim, o sistema permite gerar imagens que podem ser utilizadas em infografias e outros projetos. Seria também interessante produzir conteúdo visual para animações, que demonstrem a superfície de planetas e exo planetas.	A grande vantagem é mesmo a comunicação. A utilização destes materiais para o público e como instrumento da nossa própria comunicação (disseminação científica) é potencializada com a produção e renderização de imagens assim, com este nível de complexidade e resultado.

Tabela 3 - Avaliação por parte de especialistas da área da investigação científica (1)

	<p>José Silva– Sujeito 5 Estudante de Doutoramento na Área de Sistemas Planetários. Investigador de Dinâmicas de Atmosferas Planetárias Recomendação de Pedro Machado e Gabriela Gili</p>
Questão 1	<p>Considero que as imagens são impressionantes dada a comparação com imagens fotográficas. As luas e os anéis, do ponto de vista estético causam impacto pela comparação à fotografia. O planeta Terra é claramente definido pelos seus detalhes, sejam os rios, as montanhas, os vales, e dessa forma, é muito pertinente e correta a sua utilização.</p>
Questão 2	<p>Sim, nós estudamos pistas para a descoberta de novos corpos planetários. Dessa forma, a ilustração dos conceitos promove o entendimento do público. A ideia é que as imagens transmitam corretamente os conceitos desenvolvidos e estudados. Digamos que a imagem é parte integrante de algo muito complexo e com implicações na sociedade. As imagens, na minha opinião cumprem na perfeição o nosso propósito e objetivos.</p>
Questão 3	<p>Sim, deduzindo pelas imagens, é possível gerar conteúdo visual realista e entregar da melhor forma ao público. A ideia, pelo que percebi, é que a alteração das variáveis que compõe a configuração do planeta, produz um outro resultado, garantido a qualidade visual. Nesse sentido parece-me totalmente intuitivo e benéfico.</p>
Questão 4	<p>Acho que sim, claramente. São notórias as características como a presença dos continentes e oceanos, os polos, que são muito assumidos (no render de Tim Pyle), a atmosfera e as nuvens. A incidência do sol ajuda a criar uma imagem que suscita a curiosidade do público face à visualização do planeta.</p>
Questão 5	<p>Nós sabemos hoje que existem inúmeras variações de superfícies de planetas, luas e afins. Desde os rastros visíveis na Lua Europa, aos mistérios da aparência da lua de Iapetus (cuja superfície apresenta uma divisão das suas metades entre tons claros e escuros).</p>
Questão 6	<p>Sim, vejo assim de repente utilizar o sistema para gerar uma sequência de imagens que explique a transformação de planetas ou luas. Desde o uso de animações, diferentes vistas, aproximações, penso que as possibilidades são vastas.</p>

Tabela 3 - Avaliação por parte de especialistas da área da investigação científica (2)



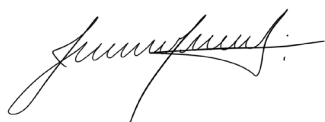
Nicole Leite



Gabriela Gili



Pedro Machado



Julio Aymoré



José Silva

Lisboa, 20 de Setembro de 2018

Lisboa, 10 de Outubro de 2018

